



**TUGAS AKHIR - TJ141502**

**ESTIMASI WAKTU TEMPUH PERJALANAN  
BERDASARKAN DATA *MEDIA ACCESS CONTROL***

Farhan Kamil  
NRP 2913100029

Dosen Pembimbing  
Muhtadin, ST., M.Sc.  
Arief Kurniawan, ST., MT.

DEPARTEMEN TEKNIK KOMPUTER  
Fakultas Teknologi Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017

*[Halaman ini sengaja dikosongkan].*



**FINAL PROJECT - TJ141502**

## **TRAVEL TIME ESTIMATION BASED ON MEDIA ACCESS CONTROL DATA**

Farhan Kamil  
NRP 2913100029

Advisor  
Muhtadin, ST., M.Sc.  
Arief Kurniawan, ST., MT.

DEPARTMENT OF COMPUTER ENGINEERING  
Faculty of Electrical Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2017

*[Halaman ini sengaja dikosongkan].*

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul "**Estimasi Waktu Tempuh Perjalanan berdasarkan Data *Media Access Control***" adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2017



Farhan Kamil

NRP. 2913100029



## LEMBAR PENGESAHAN

### Estimasi Waktu Tempuh Perjalanan Berdasarkan Data Media Access Control

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh : Farhan Kamil (NRP: 2913100029)

Tanggal Ujian : 11 Juli 2017

Periode Wisuda : September 2017

Disetujui oleh:

Muhtadin, ST., M.Sc.

NIP: 198106092009121003

(Pembimbing I)

(Pembimbing II)

Arief Kurniawan, ST., MT.

NIP: 197409072002121001

(Penguji I)

Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery P. M.Eng.

NIP: 195809161986011001

(Penguji II)

Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., M.T.

NIP: 196907301995121001

(Penguji III)

Dr. Surya Sumpeno, ST., M.Sc.

NIP: 196906131997021003

Mengetahui

Kepala Departemen Teknik Komputer

Dr. I Ketut Eddy Purnama, ST., MT.

NIP. 196907301995121001

# ABSTRAK

Nama Mahasiswa : Farhan Kamil  
Judul Tugas Akhir : Estimasi Waktu Tempuh Perjalanan Berdasarkan Data *Media Access Control*.  
Pembimbing : 1. Muhtadin, ST., M.Sc.  
2. Arief Kurniawan, ST., MT.

Estimasi waktu tempuh perjalanan merupakan ukuran penting dalam mengetahui kondisi pada jalan dan dapat membantu pengendara membuat keputusan perjalanan dalam menghadapi kepadatan lalu lintas. Kondisi kepadatan lalu lintas bisa didapatkan menggunakan beberapa cara, beberapa diantaranya menggunakan teknologi *Bluetooth* dan *Wifi*. Saat ini, *Bluetooth* sudah banyak terdapat pada kendaraan. Ditambah penggunaan *smartphone* yang memiliki fitur *Bluetooth* dan *Wifi* oleh setiap pengendara, dapat membantu pengumpulan data kepadatan jalan. *Bluetooth* dan *Wifi* mempunyai identitas elektronik di setiap perangkat yang disebut *Media Access Control (MAC)*. Pada penelitian ini, *Meshlium Xtreme* digunakan sebagai *Bluetooth MAC Scanner (BMS)* dan *Wifi MAC Scanner (WMS)*. *BMS* dan *WMS* mendapatkan data *MAC* dan *timestamp* yang bisa digunakan untuk estimasi waktu tempuh perjalanan. Berdasarkan hasil pengujian secara langsung menunjukkan bahwa sistem ini dapat menghasilkan perhitungan estimasi waktu tempuh dengan tingkat akurasi 69,5% (*Entrance To Entrance*); 65% (*Exit To Exit*); 60% (*Point To Point*).

Kata Kunci : *Travel Time, Media Access Control, Bluetooth, Wifi*.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



# ABSTRACT

*Name* : Farhan Kamil  
*Title* : *Travel Time Estimation Based on Media Access Control Data*  
*Advisors* : 1. Muhtadin, ST., M.Sc.  
2. Arief Kurniawan, ST., MT.

*Travel Time Estimation is an important measurement to determine the performance of the road and can help driver to make travel decisions under traffic congestion. Road density conditions can be obtained by using several ways, some of them are Bluetooth and Wifi technology. Currently, Bluetooth is commonly built in many vehicles. Furthermore, the usage of smartphone with Bluetooth and Wifi features by drivers also support road density data collection. Bluetooth and Wifi use an electronic identifier in each device called as Media Access Control (MAC). In this research, Meshlium Xtreme is used as Bluetooth MAC Scanner (BMS) and Wifi MAC Scanner (WMS). BMS and WMS will obtain MAC and timestamp data that can be used to estimate travel time. Based on the test result directly, show that this system can produce calculations of the estimated travel time with accuracy up to 69,5% (Entrance To Entrance); 65% (Exit To Exit); 60% (Point To Point).*

*Keywords : Travel Time, Media Access Control, Bluetooth, Wifi.*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan berkah, rahmat, serta hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **Estimasi Waktu Tempuh Perjalanan berdasarkan Data *Media Access Control***.

Tugas Akhir ini disusun dalam rangka pemenuhan bidang riset di Departemen Teknik Komputer ITS serta digunakan sebagai persyaratan menyelesaikan pendidikan Sarjana. Tugas Akhir ini dapat terselesaikan tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga, Ayah dan Almarhum Ibu yang telah memberikan dorongan spiritual dan material dalam penyelesaian Buku Tugas Akhir ini.
2. Bapak Kepala Departemen Teknik Komputer Dr. I Ketut, ST., MT.
3. Bapak Muhtadin, ST., M.Sc. dan Bapak Arief Kurniawan, ST., MT. atas bimbingan selama mengerjakan Tugas Akhir.
4. Bapak - Ibu Dosen pengajar Departemen Teknik Komputer atas pengajaran, bimbingan, serta perhatian yang diberikan kepada penulis selama ini.
5. Alan, Aris, Nichal dan Handoko yang membantu saat proses pengambilan data di lapangan.
6. Pakde dan Lutfi yang membantu mencerahkan pikiran untuk mengerjakan hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Duta, Isa dan teman-teman B202 Laboratorium Elektronika yang membantu untuk memahami tentang rangkaian.
8. Seluruh teman - teman B401 Laboratorium Komputasi Multimedia dan B201 Laboratorium Telematika yang sedikit banyak membantu menyelesaikan buku ini.
9. Seluruh teman - teman Nogo Sobung dan e53 yang mencurahkan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Kesempurnaan hanya milik Allah SWT, untuk itu penulis memohon segenap kritik dan saran yang membangun. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Amin.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

# DAFTAR ISI

<b>Abstrak</b>	<b>i</b>
<b>Abstract</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR KODE</b>	<b>xiii</b>
<b>1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang . . . . .	1
1.2 Permasalahan . . . . .	2
1.3 Tujuan . . . . .	3
1.4 Batasan masalah . . . . .	3
1.5 Sistematika Penulisan . . . . .	3
<b>2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
2.1 <i>Media Access Contol (MAC)</i> . . . . .	5
2.2 <i>RSSI (Received Signal Strength Indicator)</i> . . . . .	6
2.3 <i>Bluetooth dan WiFi MAC Scanner</i> . . . . .	6
2.3.1 <i>Bluetooth dan WiFi MAC Scanner 3G/GPRS</i> . . . . .	8
2.3.2 <i>WiFi MAC Scanner (WMS)</i> . . . . .	11
2.3.3 <i>Bluetooth MAC Scanner (BMS)</i> . . . . .	12
2.3.4 <i>Capturing and Storing Data Scan</i> . . . . .	13
2.3.5 <i>3G/GPRS</i> . . . . .	14
2.4 Estimasi Waktu Tempuh Perjalanan . . . . .	15
2.4.1 <i>Bagian En2En: Entrance to Entrance</i> . . . . .	17
2.4.2 <i>Bagian Ex2Ex: Exit to Exit</i> . . . . .	17
2.4.3 <i>Bagian P2P: Point to Point</i> . . . . .	17
2.5 Data Derau Waktu Tempuh Perjalanan . . . . .	18
2.6 <i>Google Maps API</i> . . . . .	19

<b>3</b>	<b>DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM</b>	<b>21</b>
3.1	Desain Sistem . . . . .	21
3.2	Alur Kerja Sistem . . . . .	24
3.2.1	Desain Database . . . . .	24
3.2.2	Konfigurasi <i>Scanner</i> . . . . .	26
3.2.3	<i>Matching</i> Data dan Penentuan Arah Perjalanan . . . . .	30
3.2.4	Bagian Estimasi Perjalanan . . . . .	31
3.2.5	Perhitungan Estimasi . . . . .	32
3.2.6	Pembuatan Tampilan Web . . . . .	33
<b>4</b>	<b>PENGUJIAN DAN ANALISA</b>	<b>35</b>
4.1	Analisa Pengambilan Data . . . . .	35
4.1.1	Kertajaya . . . . .	36
4.1.2	Pucang . . . . .	37
4.1.3	Mulyosari . . . . .	38
4.1.4	Kertajaya2 . . . . .	39
4.2	Persentase Data yang dapat digunakan . . . . .	40
4.2.1	Jenis Data <i>Match</i> . . . . .	40
4.3	Bagian Estimasi . . . . .	41
4.3.1	Jalan Kertajaya . . . . .	42
4.3.2	Jalan Pucang . . . . .	45
4.3.3	Jalan Mulyosari . . . . .	48
4.3.4	Jalan Kertajaya2 . . . . .	51
4.3.5	Perhitungan Keseluruhan . . . . .	53
4.4	Pengujian Akurasi Estimasi . . . . .	54
4.5	Pengujian Aplikasi Web . . . . .	55
<b>5</b>	<b>PENUTUP</b>	<b>61</b>
5.1	Kesimpulan . . . . .	61
5.2	Saran . . . . .	62
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>63</b>
	<b>BIOGRAFI</b>	<b>65</b>

# DAFTAR GAMBAR

2.1	Arsitektur <i>MAC</i> . . . . .	5
2.2	Spesifikasi <i>Meshlium Xtreme</i> . . . . .	7
2.3	Model Pengaturan Awal <i>Scanner</i> . . . . .	8
2.4	<i>Meshlium Scanner 3G/GPRS</i> . . . . .	9
2.5	Pemantauan Lalu Lintas . . . . .	10
2.6	Spesifikasi <i>WiFi MAC Scanner</i> . . . . .	11
2.7	Informasi <i>WiFi</i> yang terdeteksi . . . . .	11
2.8	Kolom Konfigurasi <i>WiFi MAC Scanner</i> . . . . .	11
2.9	Spesifikasi <i>Bluetooth MAC Scanner</i> . . . . .	12
2.10	Informasi <i>Bluetooth</i> yang terdeteksi . . . . .	12
2.11	Kolom Konfigurasi <i>Bluetooth MAC Scanner</i> . . . . .	13
2.12	Pilihan Penyimpanan . . . . .	14
2.13	Spesifikasi <i>3G/GPRS</i> . . . . .	15
2.14	Bagian Estimasi . . . . .	16
3.1	Desain Sistem Tugas Akhir . . . . .	21
3.2	Alur Kerja Sistem . . . . .	23
3.3	Desain Database <i>Scanner-1</i> . . . . .	25
3.4	Desain Database <i>Scanner-2</i> . . . . .	25
3.5	Akses <i>Meshlium</i> . . . . .	26
3.6	Koneksi <i>3G/GPRS</i> . . . . .	27
3.7	Konfigurasi <i>WMS</i> . . . . .	28
3.8	Notifikasi akses database eksternal berhasil . . . . .	28
3.9	Waktu Scanning <i>WMS</i> . . . . .	29
3.10	Konfigurasi <i>BMS</i> . . . . .	29
3.11	Notifikasi akses database eksternal berhasil . . . . .	30
3.12	Waktu Scanning <i>BMS</i> . . . . .	30
3.13	Diagram Alir <i>Matching</i> Data dan Penentuan Arah . . . . .	31
3.14	Diagram Alir Penentuan Bagian Estimasi . . . . .	32
3.15	Diagram Alir <i>Google Maps JavaScript API</i> dengan <i>PHP</i> . . . . .	33
4.1	Perolehan Data <i>Match Bluetooth</i> dan <i>Wifi</i> . . . . .	41
4.2	Histogram dan Kecepatan permenit (Arah Nasi Padang) . . . . .	42



4.3	Histogram dan Kecepatan permenit (Arah Bundaran ITS) . . . . .	43
4.4	Histogram dan Kecepatan permenit (Arah Dharma-wangsa) . . . . .	45
4.5	Histogram dan Kecepatan permenit (Arah Pucang) .	46
4.6	Histogram dan Kecepatan permenit (Arah Kenjeran)	48
4.7	Histogram dan Kecepatan permenit (Arah ITS) . . .	49
4.8	Histogram dan Kecepatan permenit (Arah Pucang) .	51
4.9	Histogram dan Kecepatan permenit (Arah ITS) . . .	52
4.10	Hasil fungsi <i>parseToXML</i> . . . . .	58
4.11	Tampilan Visualisasi Marker dan Info Jendela . . . .	59
4.12	Tampilan Visualisasi Akhir Sistem Estimasi Waktu Tempuh . . . . .	60

## DAFTAR TABEL

4.1	Data Scan Kertajaya . . . . .	36
4.2	Data Scan Pucang . . . . .	37
4.3	Data Scan Mulyosari . . . . .	38
4.4	Data Scan Kertajaya2 . . . . .	39
4.5	Hasil Estimasi Kertajaya (Arah Lampu Merah) . . .	44
4.6	Hasil Estimasi Kertajaya (Arah Bundaran ITS) . . .	44
4.7	Hasil Estimasi Pucang (Arah Dharmawangsa) . . .	47
4.8	Hasil Estimasi Pucang (Arah Pucang) . . . . .	47
4.9	Hasil Estimasi Mulyosari (Arah Kenjeran) . . . . .	50
4.10	Hasil Estimasi Mulyosari (Arah Bundaran ITS) . . .	50
4.11	Hasil Estimasi Kertajaya2 (Arah Pucang) . . . . .	53
4.12	Hasil Estimasi Kertajaya2 (Arah ITS) . . . . .	53
4.13	Hasil Estimasi Mulyosari - Pucang (Arah Pucang) .	53
4.14	Hasil Estimasi Pucang - Mulyosari (Arah Mulyosari)	54
4.15	Galat Arah bundaran PENS . . . . .	55
4.16	Galat Arah bundaran ITS . . . . .	55

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR KODE

4.1	Parsing <i>MySQL</i> ke <i>XML</i> . . . . .	56
-----	--	----

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Lembaga Transportasi mengumpulkan data dari berbagai sumber untuk berbagai aplikasi yang terkait dengan pemantauan, pengelolaan dan pengendalian, perencanaan dan keuangan. Kemajuan teknologi telah berdampak pada produksi berbagai sistem pengambilan data, mulai dari detektor area tradisional untuk *Vehicle Information and Communication (VICS)*. Sistem ini secara luas diklasifikasikan sebagai: (a) *Fixed Sensors* (seperti *loop*, *Automatic Number Plate Recognition System (ANPR)*) yang menyediakan informasi lalu lintas di lokasi dimana sensor dipasang dan (b) *Mobile Sensors* (seperti *GPS* yang ada pada kendaraan, *Automatic Vehicle Location (AVL)*) yang menyediakan data untuk seluruh perjalanan kendaraan yang dilengkapi dengan sensor tersebut [1].

Pada awal tahun 2000, peneliti menyelidiki penggunaan teknologi *Bluetooth* untuk industri otomotif. *Nusser dan Pelz (2000)* [2] disajikan arsitektur jaringan *Bluetooth* sebagai bagian dari komunikasi dalam mobil dan sistem informasi. Peneliti (*Sawant et al, 2004*; *Murphy et al, 2002*; *Pasolini dan Verdone, 2002*) [3] telah menguji konsep untuk penggunaan *Bluetooth* untuk layanan *Intelligent Transport System*, dan telah diverifikasi bahwa *Bluetooth* pada perangkat kendaraan bergerak dapat ditemukan.

Baru-baru ini, telah ada data yang signifikan dari lembaga transportasi dalam memanfaatkan *Bluetooth Media Access Control Scanner (BMS)* [4] sebagai sumber data transportasi pelengkap. Konsep di balik *BMS* ini sederhana. Sebuah *BMS* memiliki jangkauan komunikasi (misal sekitar radius 100 m) yang ditentukan sebagai jangka zona. Zona dipindai untuk membaca alamat *Media Access Control (MAC)* dari perangkat *Bluetooth* yang dideteksi melewati zona. *MAC* adalah *alpha-numeric, string* unik, yang disampaikan oleh perangkat *Bluetooth* yang dideteksi. Sebagian besar perangkat elektronik portabel seperti *smartphone*, sistem navigasi mobil dan *headphone* dilengkapi dengan *Bluetooth* dan penggunaannya semakin meningkat. Memang, analisis strategis dari *Special In-*

*terest Group (SIG)* - sebuah organisasi yang ditujukan untuk mempertahankan teknologi *Bluetooth* - perkiraan bahwa sekitar 70% dari semua mobil baru akan memiliki fitur *Bluetooth* pada tahun 2016, *Bluetooth* ada pada *handset mobile* melebihi 1,6 miliar unit pada akhir 2015 (SIG, 2010) [5].

Dari beberapa penjelasan penelitian diatas, selain *Bluetooth* dalam pengumpulan data di jalan juga dapat menggunakan *WiFi*. Sama halnya dengan *Bluetooth*, *WiFi* juga memiliki alamat *MAC* disetiap perangkatnya. Saat ini, *Bluetooth* sudah banyak terdapat pada kendaraan. Ditambah penggunaan *smartphone* yang digunakan setiap pengendara memiliki fitur *Bluetooth* dan *WiFi* dapat membantu pengumpulan data pada jalan.

Pada penelitian kali ini *Bluetooth MAC Scanner* (BMS) dan *WiFi MAC Scanner* (WMS) yang digunakan adalah *Meshlium Xtreme. Scanner* memungkinkan untuk mendeteksi perangkat *iPhone* dan *Android* yang secara umum perangkat tersebut bekerja dengan *WiFi* atau *Bluetooth*. *Timestamp* dari *MAC* yang diperoleh dari dua zona *Scanner* dapat digunakan untuk estimasi waktu tempuh. Dengan mencocokkan *MAC* yang terdeteksi pada dua zona *Scanner* dan menghitung selisih *timestamp* ( $\Delta t$ ) antara dua zona tersebut. Sehingga dari data tersebut dapat digunakan untuk estimasi waktu tempuh perjalanan.

## 1.2 Permasalahan

Berdasarkan prinsip pengambilan data di jalan, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Perangkat elektronik dan kendaraan yang memiliki fitur *Bluetooth* dan *WiFi* dapat digunakan untuk pengambilan data di jalan menggunakan *Bluetooth MAC Scanner (BMS)* dan *WiFi MAC Scanner (WMS)*.
2. Perhitungan tradisional (manual, *tube counter*) pada jalan hanya dapat mengetahui kepadatan pada jalan dengan menghitung jumlah kendaraan.

Dibutuhkan sistem estimasi waktu tempuh perjalanan yang mampu memberikan informasi lalu lintas dan dapat mengestimasi waktu tempuh perjalanan pada ruas jalan.



### 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengimplementasikan teknologi *Bluetooth* dan *WiFi* untuk estimasi waktu tempuh perjalanan dengan menggunakan *Bluetooth MAC Scanner (BMS)* dan *WiFi MAC Scanner (WMS)*.
2. Menguji setiap bagian estimasi waktu tempuh perjalanan (*Entrance To Entrance, Exit To Exit, Point To Point*).
3. Menampilkan informasi estimasi waktu tempuh perjalanan pada web peta.

### 1.4 Batasan masalah

Untuk memfokuskan permasalahan yang akan diangkat maka dilakukan pembatasan masalah. Batasan-batasan masalah tersebut diantaranya adalah:

1. Penelitian menggunakan dua buah *Scanner Meshlium Xtreme* sebagai *Bluetooth MAC Scanner (BMS)* dan *WiFi MAC Scanner (WMS)*.
2. Pengambilan data dilakukan di jalan Mulyosari - Pucang yang terbagi empat ruas (Mulyosari, Kertajaya, Kertajaya2, Pucang).
3. Pengambilan data dilakukan pada sore hari selama 60 menit setiap ruasnya.
4. Penggunaan *Google Maps* sebagai visualisasi data estimasi waktu tempuh perjalanan.

### 1.5 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian Tugas akhir ini tersusun dalam sistematika dan terstruktur sehingga mudah dipahami dan dipelajari oleh pembaca maupun seseorang yang ingin melanjutkan penelitian ini. Alur sistematika penulisan laporan penelitian ini yaitu :

1. BAB I Pendahuluan  
Bab ini berisi uraian tentang latar belakang permasalahan, penegasan dan alasan pemilihan judul, sistematika laporan, tujuan dan metodologi penelitian.
2. BAB II Dasar Teori

Pada bab ini berisi tentang uraian secara sistematis teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas pada penelitian ini. Teori-teori ini digunakan sebagai dasar dalam penelitian, yaitu informasi terkait *MAC*, *RSSI*, *BMS*, *WMS* dan bagian - bagian estimasi waktu tempuh perjalanan.

3. BAB III Perancangan Sistem dan Implementasi

Bab ini berisi tentang penjelasan-penjelasan terkait eksperimen yang akan dilakukan dan langkah-langkah data diolah hingga menghasilkan visualisasi. Guna mendukung itu digunakanlah blok diagram atau *work flow* agar sistem yang akan dibuat dapat terlihat dan mudah dibaca untuk implementasi pada pelaksanaan tugas akhir.

4. BAB IV Pengujian dan Analisa

Bab ini menjelaskan tentang pengujian eksperimen yang dilakukan terhadap data dan analisisnya. Beberapa bagian estimasi akan ditunjukkan hasilnya pada bab ini dan dilakukan analisa terhadap hasil estimasi dan visualisasi yang didapat dari hasil pengolahan data.

5. BAB V Penutup

Bab ini merupakan penutup yang berisi kesimpulan yang diambil dari penelitian dan pengujian yang telah dilakukan. Saran dan kritik yang membangun untuk pengembangan lebih lanjut juga dituliskan pada bab ini.

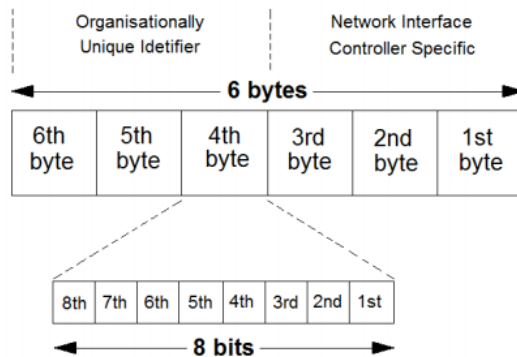
## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

Demi mendukung Tugas Akhir ini, dibutuhkan beberapa teori penunjang sebagai bahan acuan dan referensi. Dengan demikian Tugas Akhir ini menjadi lebih terarah.

#### 2.1 *Media Access Contol* (MAC)

*Media Access Contol* (MAC) merupakan alamat yang unik memiliki panjang 48-bit (6 byte) yang mengidentifikasi sebuah perangkat. Alamat MAC memang harus unik, *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)* mengalokasikan blok-blok dalam MAC. Gambar 2.1 menunjukkan struktur dari alamat MAC. Contohnya, 00:26:7E:5F:3C:18. Alamat ini memberikan identitas secara unik di setiap perangkat. 24 bit pertama dari MAC merepresentasikan siapa pembuat perangkat tersebut, dan 24 sisanya merepresentasikan jenis atau nomor perangkat tersebut. Setiap kelompok 24 bit tersebut dapat direpresentasikan dengan menggunakan 6 digit bilangan heksadesimal, sehingga menjadikan total 12 digit bilangan heksadesimal yang merepresentasikan keseluruhan MAC. Jaringan berbasis *Bluetooth* dan *WiFi* diidentifikasi oleh alamat MAC.



Gambar 2.1: Arsitektur MAC [6]

Saat ini, mayoritas *smartphone* dan perangkat digital menggunakan teknologi *Bluetooth* dan *WiFi* untuk komunikasi. Karena perangkat *Bluetooth* dan *WiFi* ditentukan oleh identitas unik, maka dapat dilacak dan fitur ini telah menginisiasi untuk kegunaan berbagai aplikasi dan keperluan pengumpulan data. Mendeteksi perangkat *Bluetooth* dan *WiFi* di jalan raya dapat digunakan untuk estimasi waktu tempuh kendaraan.

## 2.2 *RSSI (Received Signal Strength Indicator)*

*Received Signal Strength Indicator (RSSI)* adalah pengukuran seberapa baik perangkat dapat mendapat sinyal dari titik akses atau router. Ini merupakan nilai yang berguna untuk menentukan apakah perangkat memiliki cukup sinyal untuk mendapatkan koneksi nirkabel yang baik dan nilai ini dapat digunakan sebagai parameter jarak antara perangkat ke titik akses atau router.

Nilai *RSSI* biasanya berkisar antara  $-40\text{ dBm}$  (jarak terdekat) sampai  $-90\text{ dBm}$  (jarak terjauh). Pada pengujian yang telah dilakukan [7], perangkat *Bluetooth* pada jarak 10 m memiliki nilai rata-rata  $-50\text{ dBm}$  sedangkan yang diletakkan di 50 m memiliki nilai rata-rata  $-75\text{ dBm}$ . Dengan mempertimbangkan *RSSI* dari perangkat yang terdeteksi dapat digunakan untuk menentukan bagian estimasi waktu tempuh perjalanan.

## 2.3 *Bluetooth dan WiFi MAC Scanner*

*Bluetooth* dan *WiFi MAC Scanner* yang digunakan pada penelitian ini adalah *Meshlium Extreme*. *Meshlium* adalah router *Linux* yang dibuat oleh *Libelium Comunicaciones Distribuidas S.L* (Gambar 2.2). Memiliki 6 antarmuka radio: *WiFi 2.4GHz*, *WiFi 5GHz*, *3G/GPRS*, *Bluetooth* dan komunikasi *RF (Radio Frequency)*. Komunikasi *RF* dapat dilakukan menggunakan satu modul *XBee* atau satu modul *Lora*. *Meshlium* memiliki kemasan aluminium IP65 memungkinkan untuk ditempatkan di luar ruangan. Sehingga sangat cocok digunakan pada Tugas Akhir ini.



Processor	500MHz (x86)	
RAM memory	256MB (DDR)	
Disk memory	8GB	
Power	5W (18V)	
Power Source	POE (Power Over Ethernet)	
Normal Current Consumption	270mA	
High Current Consumption	450mA	
Max Supply Current	1.5A	
Enclosure	Material	Aluminium
	Dimensions	210x175x50mm
	Weight	1,2Kg
	External protection	IP65
Temperature Range	-20°C / 50°C	
Response Time to ethernet ping	60s	
Time to have all the services running	90s	
Types of power supply * for POE	AC-220V	
	Battery – solar panel (DC-12V)	
	Car lighter (DC-12V)	
System	Linux, Debian. OLSR Mesh communication protocol.	
	Madwifi Drivers.	
Management software	Meshlium Manager System (open source)	
Security	Authentication WEP, WPA-PSK, HTTPS and SSH access.	

**Gambar 2.2:** Spesifikasi *Meshlium Xtreme* [8]

Terdapat dua pilihan untuk dapat mengakses *Meshlium*:

1. Manager sistem : web antarmuka yang terdapat pada *Meshlium*. Hal ini memungkinkan untuk mengontrol semua antarmuka dan pilihan sistem secara aman, mudah dan cepat.
2. Konsol *SSH* : hal ini sangat cocok untuk pengguna yang sudah ahli dalam penggunaan konsol *shell*.

Semua informasi yang didapatkan dari semua antarmuka (modul *RF[XBee / Lora]*, *Bluetooth*, *3G/GPRS*, *WiFi* dan dari modul *GPS*) dapat disimpan dalam sistem file lokal atau database lokal atau bahkan diekspor ke database eksternal yang terhubung melalui internet, dijelaskan pada Bab 2.2.4.

Ada beberapa pengaturan awal yang dapat ditetapkan pada *Meshlium* tergantung sesuai kebutuhan kegunaan (Gambar 2.3).

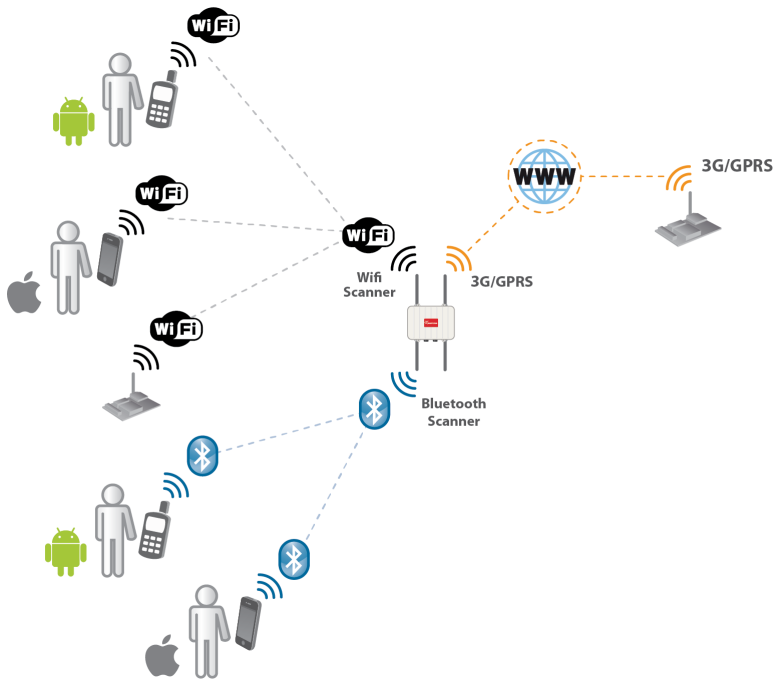
Models	Wifi AP (2.4GHz)	Wifi Mesh (2.4GHz /5GHz)	3G/GPRS	RF Module (XBee/LoRa)	Ethernet	GW
Meshlium AP	✓				✓	✓
Meshlium 3G/GPRS-AP	✓		✓		✓	✓
Meshlium Mesh-AP	✓	✓			✓	
Meshlium Mesh-AP-GW	✓	✓			✓	✓
Meshlium Mesh-3G/GPRS-AP	✓	✓	✓		✓	✓
Meshlium RF-AP	✓			✓	✓	✓
Meshlium RF-3G/GPRS-AP	✓		✓	✓	✓	✓
Meshlium RF-Mesh-AP	✓	✓		✓	✓	
Meshlium RF-Mesh-AP-GW	✓	✓		✓	✓	✓
Meshlium RF-Mesh-3G/GPRS-AP	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Meshlium Scanner AP	✓				✓	✓
Meshlium Scanner 3G-/GPRS-AP	✓		✓		✓	✓
Meshlium Scanner RF-AP	✓			✓	✓	✓

**Gambar 2.3:** Model Pengaturan Awal *Scanner* [8]

Pada Tugas Akhir kali ini menggunakan model *Meshlium Scanner 3G/GPRS*. Sesuai dengan tujuan dari Tugas Akhir ini, *Meshlium* digunakan sebagai *BMS* dan *WMS*. Untuk pengiriman datanya menggunakan jaringan *3G/GPRS*.

### 2.3.1 Bluetooth dan WiFi MAC Scanner 3G/GPRS

Model ini yang paling cocok untuk digunakan pada Tugas Akhir ini (Gambar 2.4) Model ini memungkinkan untuk mendeteksi perangkat *smartphone* (*iPhone*, *Android*) dan perangkat lainnya yang pada umumnya memiliki fitur *Bluetooth* dan *WiFi*. Data yang didapatkan dapat dikirim ke internet dengan melalui *ethernet* atau jaringan *3G/GRPS*. Klien juga dapat terhubung ke *Meshlium* melalui *WiFi* dengan laptop atau *smartphone*.



**Gambar 2.4:** *Meshlium Scanner 3G/GPRS* [8]

Salah satu konsep yang digunakan dari model ini adalah untuk dapat mengukur jumlah kendaraan yang ada dalam area titik tertentu. Memungkinkan untuk studi tentang kemacetan lalu lintas. Pengendara tidak perlu melakukan apa-apa untuk dideteksi sebagai *Bluetooth* dan *WiFi* karena fitur *Bluetooth* dan *WiFi* pada perangkat *smartphone* secara berkala mengirimkan pesan seperti *hello!*. Pesan tersebut merepresentasikan adanya sebuah perangkat pada suatu area.

Informasi pesan yang diterima dari perangkat [8] :

- a *MAC* : mengidentifikasi perangkat secara unik.
- b *Timestamp* : waktu ketika perangkat terdeteksi.
- c Kekuatan Sinyal atau *Received Signal Strength Indication (RSSI)* : kekuatan sinyal dari perangkat yang terdeteksi ke titik



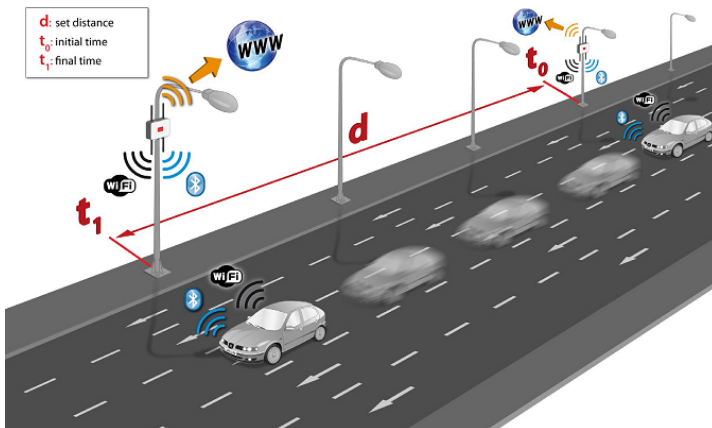
scan.

- d Klasifikasi Perangkat (*Class Of Device / CoD*) : mengetahui merk atau tipe dari perangkat (*smartphone, handsfree, laptop, LAN/Network AP*).

Area cakupan dapat dimodifikasi dengan merubah transmisi daya dari *interfaces* radio, memungkinkan untuk menentukan perbedaan area *scanning* beberapa meter (untuk mempelajari titik tertentu) dan puluhan meter (untuk mempelajari seluruh kondisi jalan).

Pemantauan Lalu Lintas Kendaraan juga merupakan aplikasi penting untuk mengetahui kondisi kepadatan lalu lintas. Perjalanan yang lancar dapat mengurangi waktu perjalanan, mengurangi emisi dan menghemat energi. Contoh aplikasi pemantauan lalu lintas kendaraan, antara lain :

1. Pengamatan secara *real time* jumlah kendaraan yang melintas pada titik tertentu di jalan raya.
2. Mendeteksi waktu dari kebiasaan kendaraan yang melintas untuk pencegahan kemacetan lalu lintas.
3. Memantau kecepatan rata-rata kendaraan di jalan raya.



**Gambar 2.5:** Pemantauan Lalu Lintas [8]

Sistem pemantauan juga dapat digunakan untuk menghitung waktu tempuh rata-rata kendaraan yang melewati jalan raya dengan mengambil nilai  $\Delta t$  dari selisih waktu pada titik yang berbeda.



### 2.3.2 WiFi MAC Scanner (WMS)

Radio *WiFi* yang terintegrasi dalam *Meshlium Xtreme* memungkinkan untuk memindai perangkat *WiFi* dalam jangkauan hingga 200m tergantung pada garis kondisi penglihatan (Gambar 2.6). *Meshlium* akan mendapatkan *MAC* dan informasi lainnya pada perangkat yang terdeteksi. Alat ini juga dapat membedakan *Access Point* dengan klien. Dalam kasus klien misalnya, *Meshlium* dapat mengetahui *Access Point* yang terhubung pada klien (jika ada). Juga kekuatan sinyal (*RSSI*) pada setiap perangkat bersama *timestamp* yang mengidentifikasi waktu ketika perangkat terdeteksi.

	Chipset	Atheros AR5213A - IEEE 802.11b/g
	Distance	50-200m *
	Antenna	5dBi Dipole

**Gambar 2.6:** Spesifikasi *WiFi MAC Scanner* [8]

Sebagai informasi tambahan, sistem ini juga mengidentifikasi *Vendor* perangkat *WiFi* dengan menggunakan *MAC*. Contoh informasi yang terdeteksi:

DB ID	Sync	Timestamp	MAC	Device	RSSI	Vendor
53483	0	2012-04-24 07:56:25	C4:2C:03:96:0E:4A	 (not detected)	69	Apple
53482	1	2012-04-24 09:11:26	D8:2A:7E:10:1E:63	 libelium_wsn1	60	Nokia Corporation

**Gambar 2.7:** Informasi *WiFi* yang terdeteksi [8]

*Meshlium* dapat memilih waktu *scanning* dari daftar *drop-down*, yang menentukan berapa lama detik yang diperlukan untuk pencarian. Setelah setiap proses *scanning* dilakukan, sistem melakukan jeda satu detik sebelum memulai pencarian kembali.

Wifi scan

Scanning Time

50

Seconds

Wifi Scan Running

Stop Service

☐ Anonymize MAC

Please, note that if you choose a lower interval, you will get less results. By default 40 seconds.

Save

**Gambar 2.8:** Kolom Konfigurasi *WiFi MAC Scanner* [8]

*Meshlium* juga dapat mengaktifkan anonimisasi dari alamat *MAC* Opsi ini akan menyimpan alamat *MAC* yang dihitung oleh kode *MD5*. Kode ini akan konsisten pada satu hari, namun akan berubah dari hari ke hari. Sistem ini memungkinkan untuk mengikuti pengguna tertentu pada hari yang sama, tetapi tetap menjaga privasi dari pengguna. Tidak menyimpan *MAC* asli dari perangkat dan tidak memungkinkan untuk mendeteksi pengguna lebih dari satu hari.

### 2.3.3 Bluetooth MAC Scanner (BMS)

Radio *Bluetooth* yang terintegrasi dalam *Meshlium Xtreme* memungkinkan untuk memindai perangkat *Bluetooth* dalam jangkauan hingga 200 m tergantung pada garis kondisi penglihatan (Gambar 2.9). *Meshlium* akan mendapatkan *MAC*, *RSSI* dari perangkat bersamaan dengan *timestamp* yang mengidentifikasi waktu ketika perangkat terdeteksi.



Protocol	Bluetooth 2.1 + EDR, Class 2
Tx-Power	3dBm
Antenna	5dBi
Power	3dBm
Distance	20-30m*

**Gambar 2.9:** Spesifikasi *Bluetooth MAC Scanner* [8]

Parameter menarik lainnya pada sistem ini juga mendeteksi Tipe Perangkat (CoD) yang memungkinkan untuk membedakan jenis perangkat (*smartphone*, *hands-free*, *laptop*, *LAN / Network AP*) dan *Vendor* perangkat *Bluetooth* dengan mengidentifikasi *MAC*.

DB ID	Timestamp	MAC	ID	RSSI	CoD	Vendor
45400	2012-05-16 16:18:12	00:26:7e:5f:3c:18	myCar	-72	Handsfree	PARROT SA
78005	2012-04-20 12:59:27	D8:2A:7E:0E:C3:10	Tropic	-85	Smartphone	Nokia Corporation

**Gambar 2.10:** Informasi *Bluetooth* yang terdeteksi [8]

Pada *Meshlium* kita dapat mengatur jenis *scanning* yang menentukan penggunaan *BMS*:

1. Tipe *Indoor* dianjurkan untuk memindai perangkat statis atau perangkat dengan gerakan lambat (kantor, mal, dsb). Opsi ini kembali mendeteksi perangkat setelah 10 detik *scanning*.
2. Tipe *Outdoor* fokus pada perangkat yang tinggal dalam jangka waktu cepat (jalan raya, jalan tol, dsb). Opsi ini tidak meminta nama perangkat dan periode *scanning*-nya adalah 40 detik.

Dari 2 tipe diatas dijelaskan bahwa setiap tipe memiliki fungsi masing-masing. Yang sesuai dengan kegunaan letak dari *Scanner*.

Catatan: Versi terakhir perangkat *Android* dan *iOS* mungkin memerlukan pengaturan *Bluetooth* yang diaktifkan agar terdeteksi.

The image shows a configuration window for a Bluetooth scanner. At the top, it says 'Bluetooth scan'. Below this, there are several settings: 'Name' is set to 'MeshliumBT'; 'Visible' is checked and labeled 'Activate'; 'Scanning Type' is set to 'OUTDOOR' with a dropdown arrow; and 'Anonymize MAC' is unchecked and labeled 'Activate'. In the top right corner, there is a green status indicator 'Bt Scan Running' and a 'Stop Service' button. A 'Save' button is located in the bottom right corner.

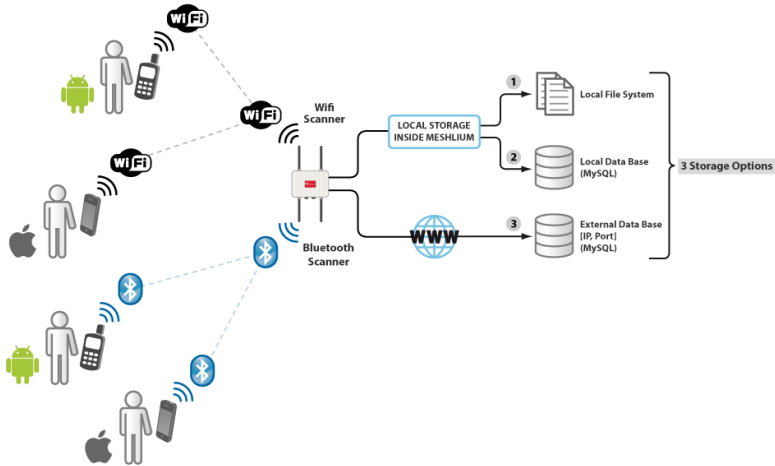
**Gambar 2.11:** Kolom Konfigurasi *Bluetooth MAC Scanner* [8]

*Meshlium* juga dapat mengaktifkan anonimisasi dari alamat *MAC*. Opsi ini akan menyimpan alamat *MAC* yang dihitung oleh kode *MD5*. Kode ini akan konsisten pada satu hari, namun akan berubah dari hari ke hari. Sistem ini memungkinkan untuk mengikuti pengguna tertentu pada hari yang sama, tetapi tetap menjaga privasi dari pengguna. Tidak menyimpan *MAC* asli dari perangkat dan tidak memungkinkan untuk mendeteksi pengguna lebih dari satu hari.

### 2.3.4 *Capturing and Storing Data Scan*

*Meshlium* dapat melakukan dua pilihan penyimpanan yang berbeda, database lokal dan database eksternal. Pada Tugas Akhir kali ini menggunakan database eksternal untuk penyimpanannya. Database yang digunakan *MySQL* yang ada pada *hosting*. Berikut

adalah gambaran dari penyimpanan :



**Gambar 2.12:** Pilihan Penyimpanan [7]

Untuk itu diperlukan membuat database terlebih dahulu pada *hosting* yang digunakan untuk penyimpanan data dari *Meshlium*. Sehingga *Meshlium* dapat mengakses database pada *hosting* untuk menyimpan data yang didapat. *Meshlium* telah menyediakan *sql script* tabel *WiFi* dan tabel *Bluetooth* untuk digunakan membuat database.

### 2.3.5 3G/GPRS

Untuk mendapatkan koneksi jaringan pada *Meshlium* terdapat opsi diantaranya *Ethernet*, *WiFi*, *3G/GPRS*. Jaringan tersebut digunakan untuk pengiriman data ke database eksternal. Pada *Meshlium* terdapat *SIM socket* yang dapat digunakan untuk komunikasi data dengan menggunakan jaringan *3G/GPRS*.



Protocols	3G *, WCDMA, HSPA, UMTS, GPRS, GSM
Tri Band (UMTS)	900/1900/2100MHz
Quad Band (GSM/GPRS/EDGE)	850/900/1800/1900 MHz
Output power	UMTS 900/1900/2100: 0.25W GSM850/GSM900: 2W DCS1800/PCS1900: 1W
Rx Rate	7.2Mb/s
Tx Rate	5.5Mb/s
Antenna	3dBi
SIM card	Access via the External micro-SIM socket

**Gambar 2.13:** Spesifikasi 3G/GPRS [8]

*Meshlium* juga dapat menyimpan informasi yang ditangkap ke dalam database eksternal dengan tetap menyimpan semua catatan dari database lokal (apabila diinginkan) dan juga dapat disinkronisasi. Diperlukan jaringan untuk dapat melakukan pengiriman data ke database eksternal .

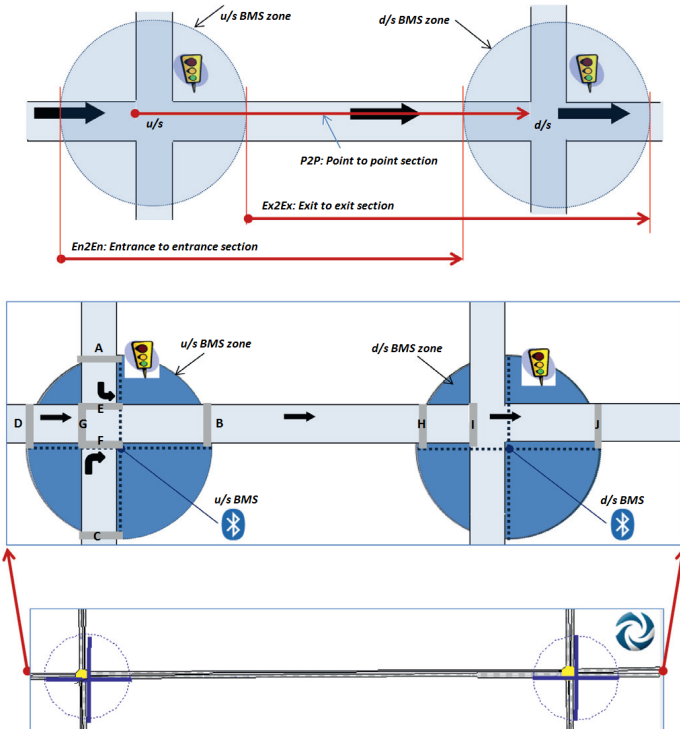
## 2.4 Estimasi Waktu Tempuh Perjalanan

Pengukuran waktu tempuh perjalanan dengan perangkat *Bluetooth* dan *WiFi* melibatkan pencocokan *MAC* yang diamati di dua titik lokasi. Perbedaan *timestamps* antara dua titik tersebut ( $\Delta t$ ) pada perangkat tiap *MAC* yang unik dapat digunakan untuk waktu tempuh perjalanan. Estimasi waktu perjalanan rata-rata bisa dinyatakan sebagai berikut (Rumus 2.1) :

$$\sum_{i=n} \frac{(t_{m,d/s} - t_{m,u/s})n}{n} \quad (2.1)$$

Dimana  $t_{m,u/s,d/s}$  adalah *timestamp*  $s$  ketika perangkat  $m$  terdeteksi pada area  $d$  dan  $s$ ,  $n$  adalah jumlah dari perangkat atau kendaraan yang *match*. Saat proses *scanning* perangkat kendaraan akan terdeteksi beberapa kali oleh *Scanner*. Karena cara kerja dari *Bluetooth* dan *WiFi* memancarkan sinyalnya terus menerus seperti berkicau. Menurut referensi [1] untuk estimasi waktu tempuh per-

jalanan harus ditentukan dengan jelas bagiannya. Beberapa bagian untuk estimasi waktu tempuh perjalanan (Gambar 2.14):



**Gambar 2.14:** Bagian Estimasi [1] (a) Ilustrasi sistematis dari tiga bagian yang berbeda untuk lalu lintas melalui suatu ruas jalan (dengan asumsi area *BMS* berbentuk melingkar) (b) Ilustrasi sistematis dari simulasi bagian estimasi

1. *Device - ID* ( $m$ ): *MAC* dari perangkat yang terdeteksi.
2. *BMS - Station ID* ( $s$ ): ID dari lokasi *Scanner*.
3. *Timestamp* ( $t_{m,s}$ ): waktu ketika perangkat terdeteksi.
4. *Duration* ( $d_{m,s}$ ): Perbedaan waktu antara pertama dan terakhir saat pengamatan dari perangkat  $m$  pada *Scanner*  $s$ . Ini merupakan waktu tempuh dari perangkat saat melalui area *BMS*.

Saat melaporkan waktu tempuh dari data *Scanner*, penting untuk menentukan bagaimana bagian-bagiannya ditentukan [4]. Dari dataset di atas, berikut tiga bagian estimasi waktu tempuh perjalanan [1]

#### 2.4.1 Bagian *En2En: Entrance to Entrance*

Berikut bagian dari pintu masuk dari area *BMS u/s* ke pintu masuk dari area *BMS d/s* (Gambar 2.14). Waktu tempuh kendaraan  $m$  pada bagian ini didefinisikan sebagai berikut:

$$tt_{m,u/s,d/s}^{En2En} = t_{m,d/s} - t_{m,u/s} \quad (2.2)$$

Bagian *En2En* juga dapat dikatakan sebagai nilai terkecil atau nilai minimal dari *timestamp* suatu perangkat pada area *scan*.

#### 2.4.2 Bagian *Ex2Ex: Exit to Exit*

Berikut bagian dari pintu keluar dari area *BMS u/s* ke pintu keluar dari area *BMS d/s* (Gambar 2.14). Waktu tempuh kendaraan  $m$  pada bagian ini didefinisikan sebagai berikut:

$$tt_{m,u/s,d/s}^{Ex2Ex} = (t_{m,d/s} + d_{m,d/s}) - (t_{m,u/s} + t_{m,u/s}) \quad (2.3)$$

Bagian *Ex2Ex* juga dapat dikatakan sebagai nilai terbesar atau nilai maksimal dari *timestamp* suatu perangkat area *scan*.

#### 2.4.3 Bagian *P2P: Point to Point*

Berikut bagian dari point dari area *BMS u/s* ke point dari area *BMS d/s* (Gambar 2.14). Waktu tempuh kendaraan  $m$  pada bagian ini didefinisikan sebagai berikut:

$$tt_{m,u/s,d/s}^{P2P} = (t_{m,d/s} + d_{m,d/s} - \triangle_{m,d/s}) - (t_{m,u/s} + t_{m,u/s} - \triangle_{m,u/s}) \quad (2.4)$$

$\triangle m$  adalah waktu yang dibutuhkan oleh kendaraan  $m$  untuk perjalanan dari titik  $Pu$  (atau  $Pd$ ) dan keluar dari area *BMS u/s* (atau area *BMS d/s*). Ini dapat dinyatakan sebagai fungsi durasi



kendaraan pada area masing-masing. Pada bagian *P2P* kita juga dapat mengambil nilai *timestamp* berdasarkan kekuatan sinyal (*RSSI*) yang terkuat. Nilai *RSSI* yang semakin kecil berarti posisinya berada dekat dengan *Scanner*.

## 2.5 Data Derau Waktu Tempuh Perjalanan

Ada beberapa data derau saat menghitung waktu tempuh perjalanan [4]:

1. Mode tidak dikenal : Waktu tempuh yang diperoleh dari perangkat *Bluetooth* dan *WiFi*, dibawa oleh dengan berbagai macam mode transportasi (Mobil, Bus, Sepeda, Pedestrian dll.) Perbedaan mode memiliki waktu tempuh yang berbeda. Apabila menggunakan waktu tempuh mobil, maka kehadiran perjalanan kaki atau sepeda dapat menghasilkan nilai waktu perjalanan yang tidak realistis. Masalah ini lebih berpengaruh pada jalan arteri.
2. Tidak ada informasi di luar zona : Perkiraan estimasi hanya didapat dari data yang terdeteksi pada zona. Karenanya pola perjalanan sebenarnya dari kendaraan antar zona tidak diketahui. Kendaraan dapat berhenti di sepanjang rute atau menempuh rute yang berbeda dengan waktu tempuh yang berbeda jauh dari rute yang diasumsikan.
3. *Multiple matches* : Pada jalan, perangkat dapat diamati pada zona dan mungkin berputar balik kemudian kembali ke zona yang sama. Selanjutnya melakukan perjalanan ke zona berikutnya. Dalam situasi seperti itu, perangkat dapat diamati dua kali di zona pertama dan hanya sekali di zona kedua, sehingga dapat menghasilkan nilai waktu perjalanan yang berbeda. Dengan demikian *multiple matches* dapat terjadi menyebabkan nilai waktu perjalanan yang tidak akurat.
4. Pengamatan yang luput : perangkat *Bluetooth* dan *WiFi* memiliki probabilitas untuk dideteksi pada zona dan tidak semua perangkat yang melewati zona tersebut ditemukan. Misalnya, perangkat bergerak dua kali antara zona *u* dan *d*. Selama perjalanan pertama perangkat dideteksi pada *u* dengan wak-

tu  $tu1$ , namun itu luput di  $d$ . Selama perjalanan kedua, hal itu diamatai pada waktu  $td2$  namun luput di  $u$ . Pengamatan seperti itu akan menghasilkan waktu tempuh yang berbeda dari  $u$  ke  $d$  ( $td2 - td1$ ). Sehingga dapat mengakibatkan nilai waktu perjalanan tidak akurat.

## 2.6 Google Maps API

*API (Application Programming Interface)* adalah fungsi-fungsi pemrograman yang disediakan oleh sebuah layanan agar dapat diintegrasikan dengan aplikasi berupa web maupun aplikasi itu sendiri. Jadi *Google maps API* adalah fungsi-fungsi pemrograman yang disediakan oleh *Google* agar *Google maps* bisa diintegrasikan kedalam Web atau aplikasi yang sedang dibuat. Dengan memanfaatkan *Google Maps API* dapat memanggil fungsi-fungsi yang dibutuhkan seperti menampilkan peta, menambahkan *marker* dll. Beberapa *API* yang digunakan pada penelitian kali ini sebagai berikut:

1. *Google Maps Web API* : merupakan fungsi *Google Maps JavaScript API* untuk memvisualisasikan peta dalam bentuk web. Dapat mengakses banyak fitur pemetaan. Dengan mendapatkan *API key* terlebih dahulu untuk memulai mengaksesnya.
2. Bentuk atau *Polyline* : Bentuk adalah sebuah objek pada peta, yang terikat dengan koordinat garis lintang/garis bujur. Tersedia berbagai bentuk seperti garis, polygon, lingkaran dan persegi panjang.
3. Jendela Info atau *Info Window* : menampilkan informasi (teks atau gambar) dalam jendela munculan di atas peta, pada lokasi yang diberikan.
4. *Google Maps* dengan *MySQL* dan *PHP* : menampilkan informasi dari database *MySQL* pada peta *Google* menggunakan *Google Maps JavaScript API*. Peta mengambil informasi dari database, melalui file *XML* yang berfungsi sebagai perantara antara database dengan peta. *PHP* berfungsi untuk mengeksplor informasi dari database ke file *XML*.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

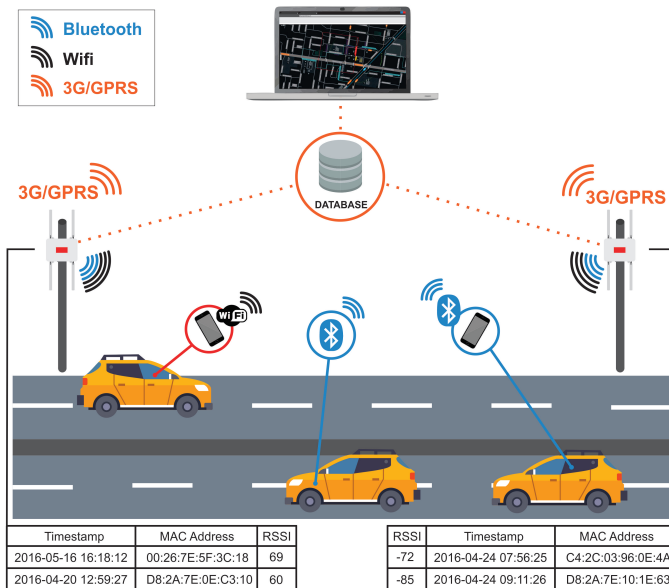
# BAB 3

## DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Tugas Akhir ini dilaksanakan sesuai dengan desain sistem berikut dengan implementasinya. Desain sistem merupakan konsep dari pembuatan dan perancangan infrastruktur dan kemudian diwujudkan dalam bentuk blok-blok alur yang harus dikerjakan. Pada bagian implementasi merupakan pelaksanaan teknis untuk setiap blok pada desain sistem.

### 3.1 Desain Sistem

Pada Tugas Akhir ini dibuat sistem informasi waktu tempuh perjalanan dengan memanfaatkan teknologi *Bluetooth* dan *WiFi*. Gambar 3.1 adalah desain keseluruhan sistem Tugas Akhir ini.



**Gambar 3.1:** Desain Sistem Tugas Akhir

Tugas Akhir ini mengimplementasikan teknologi *Bluetooth* dan *WiFi* untuk estimasi waktu tempuh waktu perjalanan. Pada sistem ini terbagi menjadi tiga bagian dasar diantaranya Pengirim, Penerima, dan Visualisasi Data (Gambar 3.2).

1. Bagian Pertama

Berfungsi untuk mengambil data dari perangkat yang terdeteksi pada area *Scanner*. Data yang terdeteksi kemudian disimpan ke database eksternal. Dibutuhkan jaringan untuk pengiriman data ke database eksternal. Bagian ini terdiri dari *BMS* dan *WMS (Meshlium Xtreme)*. *Scanner* memiliki antena untuk proses *scanning* dan *SIM socket* untuk komunikasi data.

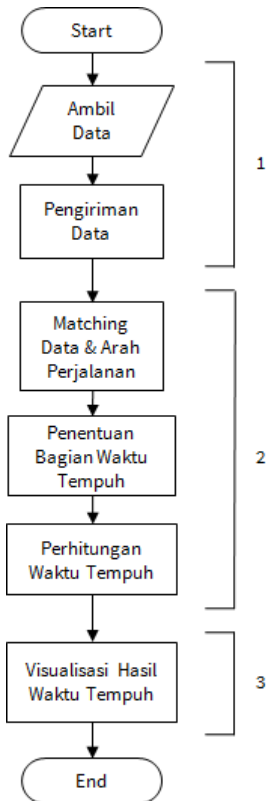
2. Bagian Kedua

Bagian Penerima yang terintegrasi dengan program penerima pada database, untuk menerima data dari oleh pengirim. Data yang diterima kemudian diolah didalam database menjadi informasi estimasi waktu tempuh perjalanan. Perlu beberapa proses untuk sebelum mendapatkan keluaran estimasi waktu tempuh perjalanan, diantaranya *matching* data, penentuan arah perjalanan, penentuan bagian estimasi, perhitungan estimasi.

3. Bagian Ketiga

Bagian Visualisasi Data dengan menggunakan *Google Maps API*. Bagian ini berfungsi untuk menampilkan informasi estimasi waktu tempuh perjalanan. Pembuatan sistem pada tugas akhir ini berbasis database *MySQL* dengan program pengolahan menggunakan bahasa *query MySQL* dan *javascript* pada pembuatan aplikasi web peta.

Proses kerja sistem ini dijelaskan secara rinci pada diagram alir Gambar 3.2 menjelaskan alir desain sistem secara keseluruhan. Bagian pertama atau pengirim ada pada blok ambil data dan pengiriman data. Bagian kedua atau penerima ada pada blok *matching* data, bagian estimasi, estimasi waktu perjalanan dan bagian terakhir ada pada tampilan web peta.



**Gambar 3.2:** Alur Kerja Sistem

Cara kerja *Scanner* yaitu mendeteksi perangkat yang memiliki fitur *Bluetooth* dan *WiFi* pada area cakupannya. Dari perangkat yang terdeteksi, *Scanner* mendapatkan sekumpulan data. Data dari *BMS* dan *WMS* juga tidak jauh berbeda. Selain mendapatkan data *MAC*, *timestamp*, *RSSI*, *vendor* juga ada *CoD* pada *BMS* dan (*SSID*, *Type*, *AP*, *MeshliumID*) pada *WMS*. Penyimpanan data dilakukan pada database eksternal yang ada pada *hosting*. Database harus dibuat berdasarkan tipe-tipe data yang didapatkan oleh *Scanner*. *Scanner* juga harus terhubung pada jaringan agar bisa mengirimkan data.

Setelah data dapat dikirim dan disimpan ke dalam database

eketernal, selanjutnya adalah proses pengolahan data. Pengolahan data dilakukan didalam database menggunakan *query MySQL*. Pembuatan *view* pada database dapat mempermudah untuk mendapatkan data yang diinginkan. Beberapa data dikelompokkan pada table *view* antara lain data *matching* sesuai arah perjalanan, pembagian bagian estimasi dan estimasi waktu tempuh perjalanan.

Setelah mendapatkan keluaran estimasi waktu tempuh perjalanan selanjutnya adalah visualisasi data tersebut pada web peta menggunakan *Google Maps API*.

## 3.2 Alur Kerja Sistem

Pembuatan tugas akhir ini dibagi menjadi beberapa proses, yaitu:

1. Desain Database
2. Konfigurasi *BMS* dan *WMS*
3. *Matching* Data dan Penentuan Arah Perjalanan
4. Bagian Estimasi Perjalanan
5. Perhitungan Estimasi
6. Pembuatan Tampilan Web Peta

### 3.2.1 Desain Database

Database digunakan untuk menyimpan data-data dari *Scanner* yang di pasang pada dua titik berbeda pada sebuah ruas jalan. Desain database diperlukan untuk menjaga konsistensi data dan mempermudah akses pengambilan data. Terdapat empat buah table yang digunakan dimana tiap *Scanner* menggunakan dua tabel untuk table primer pada desain database ini [7]. Satu tabel untuk penyimpanan data dari *BMS* dan satu tabel untuk penyimpanan data dari *WMS*.

Pada Gambar 3.3 dan 3.4 adalah gambaran tabel-tabel dari desain database yang digunakan. Setiap *Scanner* mengirim data pada dua buah tabel yang terdiri dari table untuk *BMS* dan *WMS*. *Scanner-1* menyimpan data di table *bluetoothdata1* dan *wifiscan1*. *Scanner-2* menyimpan data di table *bluetoothdata2* dan *wifiscan2*. Dari dua table *BMS* dan *WMS* memiliki desain yang sama. Table *bluetoothdata* berisi data *ID-frame*, *timestamp*, *MAC*, *ID*, *RS*-

*SI, vendor, cod.* Tabel *wifiscan* berisi *ID-frame, timestamp, MAC, SSID, RSSI, vendor, Type, AP, MeshliumID*.

Scanner 1

bluetoothdata	wifiscan
ID frame INT(11)	ID INT(11)
TimeStamp TIMESTAMP(6)	TimeStamp TIMESTAMP(6)
MAC VARCHAR(17)	MAC VARCHAR(17)
ID TEXT(20)	SSID VARCHAR(32)
RSSI VARCHAR(3)	RSSI VARCHAR(3)
cod TEXT(20)	Vendor VARCHAR(150)
Vendor TEXT(20)	Type VARCHAR(45)
	AP VARCHAR(17)
	Meshlium ID VARCHAR(150)
Indexes	Indexes

Gambar 3.3: Desain Database *Scanner-1*

Scanner 2

bluetoothdata2	wifiscan2
ID frame INT(11)	ID INT(11)
TimeStamp TIMESTAMP(6)	TimeStamp TIMESTAMP(6)
MAC VARCHAR(17)	MAC VARCHAR(17)
ID TEXT(20)	SSID VARCHAR(32)
RSSI VARCHAR(3)	RSSI VARCHAR(3)
cod TEXT(20)	Vendor VARCHAR(150)
Vendor TEXT(20)	Type VARCHAR(45)
	AP VARCHAR(17)
	Meshlium ID VARCHAR(150)
Indexes	Indexes

Gambar 3.4: Desain Database *Scanner-2*

*Meshlium* telah menyediakan *sql script* untuk pembuatan tabel seperti Gambar 3.3 dan 3.4. Apabila tabel yang dibuat tidak sesuai dengan yang disiapkan oleh datasheet, *Meshlium* tidak bisa mendapat koneksi ke dalam database tersebut.



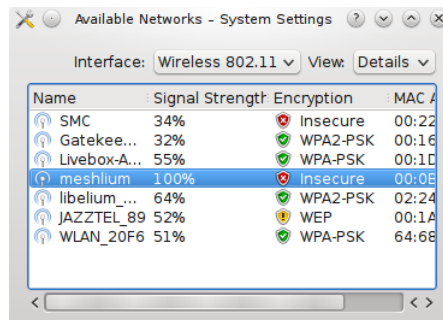
Untuk memudahkan penyaringan data, dapat dilakukan dengan membuat tabel *view*. Tabel dapat memudahkan untuk pengolahan data karena tabel *view* tidak menyimpan data melainkan memanggil data dari tabel utama sesuai fungsi yang kita tentukan.

### 3.2.2 Konfigurasi *Scanner*

#### 1. Akses *Meshlium*

*Meshlium* digunakan sebagai *BMS* dan *WMS* yang telah dilengkapi dengan beberapa radio yang siap digunakan. Mengakses *Meshlium* dapat menggunakan kabel *ethernet*, dengan menghubungkan kabel ke jaringan. Kemudian, lakukan *restart* pada *Meshlium* untuk mendapatkan akses ke jaringan. *Meshlium* akan secara otomatis mendapatkan IP dari jaringan tersebut melalui *DHCP*. Selain itu *Meshlium* dapat dikonfigurasi untuk IP statis.

Semua *node Meshlium* dilengkapi dengan *WiFi AP* sehingga pengguna dapat terhubung menggunakan *WiFi* pada perangkatnya. Cara mengakses *Meshlium* lainnya dengan menggunakan *WiFi*, pertama mencari jalur akses yang tersedia dan terhubung ke *Meshlium* (Gambar 3.5).



**Gambar 3.5:** Akses *Meshlium*

Setelah berhasil terhubung, sekarang dapat membuka browser dan mengakses sistem manager *Meshlium* :

**url** : http://10.10.10.1/ManagerSystem  
**user** : root  
**password** : \*\*\*\*\*

Setelah masuk pada laman utama browser, kita dapat mengatur *Meshlium* sesuai kegunaan yang diinginkan. *Meshlium* telah menyediakan beberapa laman untuk pengaturan alat tersebut.

## 2. Konfigurasi 3G/GPRS

Setelah membuat database eksternal pada *hosting*, langkah selanjutnya adalah konfigurasi koneksi pada *Meshlium* untuk dapat mengirim data ke database eksternal. Sebelum menghidupkan *Scanner*, masukkan kartu provider yang digunakan pada *SIM socket* pada *Scanner*. Kemudian koneksikan laptop pada *WiFi Meshlium* untuk dapat mengakses alat tersebut.

Connectivity information from operators provided without warranty.

Select country

Choose operator

[Click here to edit](#)

Card PIN  Leave it empty for no PIN

APN  If more than one init is required you should edit wvdial.conf manually .

Username  Should be provided by your operator.

Password  Should be provided by your operator.

☐ Set as default gw

**Connected**  
3G IP: 10.144.50.160

**Gambar 3.6:** Koneksi 3G/GPRS

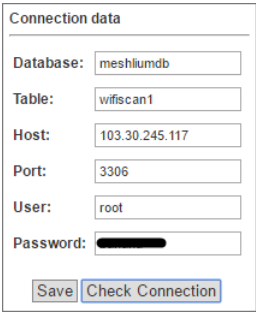
Setelah berhasil mengakses *Meshlium* kemudian masuk ke halaman *interface-3G/GPRS* untuk melakukan pengaturan parameter kartu provider. Lakukan pengujian koneksi melalui tombol 'connect now'. Dengan itu *Meshlium* akan mencoba untuk terhubung dengan jaringan dan mendapatkan IP. Sam-

bungan juga dapat dibuat *default gateway* sehingga semua klien yang terhubung melalui *WiFi* akan dapat mengakses internet melalui jaringan *3G/GPRS* pada *Meshlium*. Klik tombol 'save' untuk menyimpan pengaturan tersebut.

### 3. Konfigurasi Database Eksternal

(a) ***WiFi Scan***

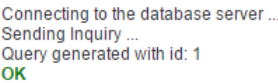
Konfigurasi database eksternal pada *WMS* digunakan untuk dapat mengakses database pada *server*. Data dari perangkat yang terdeteksi dapat tersimpan pada database yang dituju. Dengan mengisi kolom tentang informasi dimana letak database eksternal (*IP,Port*) dan otentikasi database (database, table, user, password) seperti Gambar 3.7.



Connection data	
Database:	<input type="text" value="meshliumdb"/>
Table:	<input type="text" value="wifiscan1"/>
Host:	<input type="text" value="103.30.245.117"/>
Port:	<input type="text" value="3306"/>
User:	<input type="text" value="root"/>
Password:	<input type="password" value=""/>
<input type="button" value="Save"/> <input type="button" value="Check Connection"/>	

**Gambar 3.7:** Konfigurasi *WMS*

Sebelum melakukan pengujian koneksi, informasi pada kolom terlebih dahulu disimpan melalui tombol 'save'. Kemudian melakukan pengujian koneksi melalui tombol 'check connection'. *Meshlium* akan mencoba untuk terhubung dengan database. Gambar 3.8 menunjukkan *Meshlium* telah terkoneksi dengan database eksternal.



```
Connecting to the database server ...
Sending Inquiry ...
Query generated with id: 1
OK
```

**Gambar 3.8:** Notifikasi akses database eksternal berhasil

Selanjutnya mengatur waktu *scanning* pada *drop-down list*. Waktu ini menentukan berapa lama *Scanner* akan melakukan *scanning*. Setelah setiap proses scan, sistem akan berhenti selama satu detik sebelum melakukan *scanning* kembali. Pada konfigurasi ini menggunakan waktu *scanning* 40 detik.

Wifi scan

Scanning Time

50

Seconds

Wifi Scan Running

Stop Service

☐ Anonymize MAC

Please, note that if you choose a lower interval, you will get less results. By default 40 seconds.

Save

**Gambar 3.9:** Waktu Scanning WMS

(b) ***Bluetooth Scan***

Konfigurasi database eksternal pada *BMS* digunakan untuk dapat mengakses database pada *server*. Data dari *Bluetooth* yang terdeteksi dapat tersimpan pada database yang dituju. Dengan mengisi kolom tentang informasi dimana letak database eksternal (IP,Port) dan otentikasi database (database, table, user, password) seperti Gambar 3.10.

Connection data

Database:

meshlumdb

Table:

bluetoothdata2

IP:

103.30.245.117

Port:

3306

User:

root

Password:

**Gambar 3.10:** Konfigurasi *BMS*

Sebelum melakukan pengujian koneksi, informasi pada kolom terlebih dahulu disimpan melalui tombol '*save*'. Kemudian dilakukan pengujian koneksi melalui tombol

'check connection. *Meshlium* akan mencoba untuk terhubung dengan database. Terlihat pada Gambar 3.11 menunjukkan *Meshlium* telah terkoneksi dengan database eksternal.

```
Connecting to the database server ...
Sending Inquiry ...
Query generated with id: 1
OK
```

**Gambar 3.11:** Notifikasi akses database eksternal berhasil

Kita dapat mengkonfigurasi tipe *scanning* dari *BMS*. Terlihat pada Gambar 3.12 menu *drop-down list Outdoor* dan *Indoor*. Untuk tugas akhir ini cocok menggunakan tipe *Outdoor*. Karena tipe *Outdoor* fokus pada perangkat yang memiliki waktu yang singkat pada area *Scanner* (jalan raya) memiliki waktu *scanning* 40 detik pada tiap proses *scan*. Namun opsi ini tidak mendapatkan nama dari perangkat yang terdeteksi.

Bluetooth scan

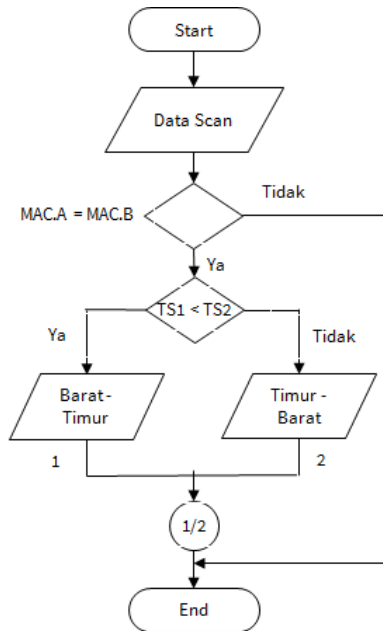
Name	MeshliumBT	<span>● Bt Scan Running</span> <span>Stop Service</span>
Visible	<input checked="" type="checkbox"/> Activate	
Scanning Type	OUTDOOR ▼	
Anonymize MAC	<input type="checkbox"/> Activate	
		<span>Save</span>

**Gambar 3.12:** Waktu Scanning *BMS*

### 3.2.3 Matching Data dan Penentuan Arah Perjalanan

*Matching* data merupakan suatu metode untuk menyaring data yang terdeteksi pada dua titik *Scanner*. Proses ini sangat diperlukan untuk menyaring data yang kemudian diolah untuk estimasi waktu tempuh perjalanan. Gambar 3.13 merupakan diagram alir yang diaplikasikan pada *query PHP*.

Setiap data *match* memiliki dua waktu, dimana waktu pertama adalah waktu saat perangkat terdeteksi pada zona 1 ( $ts_1$ ) dan



**Gambar 3.13:** Diagram Alir *Matching* Data dan Penentuan Arah

waktu kedua pada zona 2 ( $ts_2$ ). Waktu ( $ts_2 - ts_1$ ) adalah  $\Delta t_{12}$  yang merepresentasikan waktu tempuh kendaraan ketika melewati dua titik *scan* atau ruas jalan.

Setelah data disaring kemudian dipilah menjadi dua bagian untuk menentukan arah perjalanan. Sebagai contoh  $ts_1 < ts_2$  dapat dikatakan arah perjalanan tersebut ke A (Barat - Timur), apabila sebaliknya  $ts_1 > ts_2$  maka arah perjalanan ke B (Timur - Barat) (Gambar 3.13).

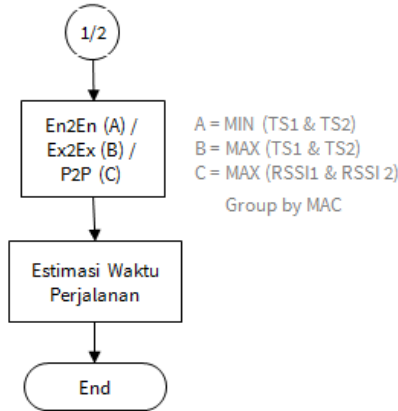
### 3.2.4 Bagian Estimasi Perjalanan

Setelah *matching* dan menyaring data, selanjutnya adalah membagi ke tiap bagian estimasi. Bagian Estimasi Perjalanan merupakan hal yang penting untuk menentukan data yang digunakan untuk perhitungan waktu tempuh. Beberapa perangkat yang terdeteksi tidak hanya sekali dalam satu area. Sehingga setiap perangkat

memiliki  $\leq 1$  *timestamps*. Menurut referensi [1] perlu dilakukan penentuan bagian seperti Gambar 2.14. Penentuan bagian terbagi menjadi tiga (*En2En*, *Ex2Ex*, *S2S*).

1. *En2En* : nilai terkecil atau minimal dari *timestamps*.
2. *Ex2Ex* : nilai terbesar / maksimal dari *timestamps*.
3. *P2P* : mengambil *timestamp* berdasarkan kekuatan sinyal terkecil. Dengan kata lain ketika perangkat terdeteksi dengan jarak terdekat dari *Scanner*.

Gambar 3.14 merupakan diagram alir yang diaplikasikan pada *query php* untuk penentuan bagian estimasi.



**Gambar 3.14:** Diagram Alir Penentuan Bagian Estimasi

### 3.2.5 Perhitungan Estimasi

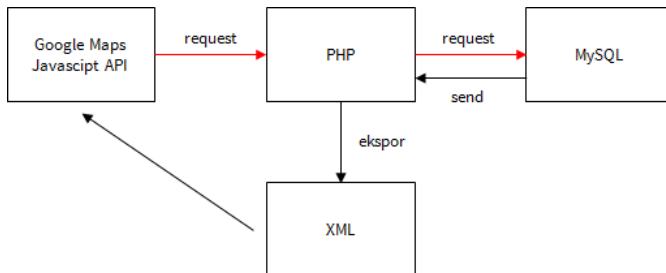
Pada sub bab ini menjelaskan tentang penerapan rumus perhitungan estimasi waktu tempuh perjalanan. Rumus 3.1 digunakan untuk menghitung waktu tempuh rata-rata.

$$\sum_{i=n} \frac{(t_{m,d/s} - t_{m,u/s})n}{n} \quad (3.1)$$

Estimasi waktu tempuh perjalanan didapatkan dengan menghitung jumlah tiap  $\Delta t$  dibagi sebanyak perangkat  $n$ . Selain menghitung rata-rata waktu tempuh perjalanan, Dengan menghitung kecepatan rata-rata juga dapat digunakan untuk mengetahui kondisi pada jalan tersebut. Dimana ada jarak antar *Scanner*  $s$  dan waktu  $t$  kita dapat menghitung kecepatannya.

### 3.2.6 Pembuatan Tampilan Web

Aplikasi untuk tampilan web (Gambar 3.15) menggunakan *Google Maps JavaScript API*. Untuk memvisualisasikan informasi, Peta mengambil informasi dari database *MySQL*, melalui file *XML* yang berfungsi sebagai perantara antara database dengan peta. Informasi yang tersimpan pada database di panggil menggunakan pernyataan *PHP* kemudian diekspor menjadi file *XML*. Untuk membuat keluaran *XML* dapat menggunakan fungsi *echo* pada *PHP* (Gambar 3.15).



**Gambar 3.15:** Diagram Alir *Google Maps JavaScript API* dengan *PHP*

Beberapa tahapan dijelaskan sebagai berikut :

1. Membuat tabel di *MySQL*  
Pertama membuat tabel di *MySQL* yang berisi atribut marker pada peta. atribut seperti id, nama, alamat, *lat*, *lng*, dan teks dll. Yang harus ada pada tabel yaitu *lat* dan *lng* yang merepresentasikan letak marker pada peta. Setelah tabel terbuat, kemudian mengisi data sesuai tabel yang dibuat.
2. Mengeluarkan data ke *XML* menggunakan *echo PHP*  
Bagian ini menjelaskan cara untuk mengekspor data tabel dari



database *MySQL* ke dalam format *XML* dengan menggunakan pernyataan *PHP*. Peta dapat menggunakan file *XML* untuk mengambil data marker melalui panggilan *JavaScript* asinkron.

Dengan menggunakan file *XML* sebagai perantara database dengan peta *Google* memungkinkan pemuatan laman awal lebih cepat dan aplikasi peta yang lebih fleksibel. Membuat *debugging* lebih mudah karena dapat memverifikasi keluaran *XML* dari database dan *parsing JavaScript XML* secara independen. Untuk mendapatkan keluaran *XML* dapat menggunakan fungsi *echo PHP*. Penggunaan fungsi pendukung seperti *parseToXML* saat menggunakan fungsi *echo* untuk mengenkode beberapa entitas khusus ('') dengan benar.

### 3. Memuat file *XML*

Untuk memuat file *XML* ke dalam laman, dapat memanfaatkan objek *XMLHttpRequest* yang disediakan oleh browser. Karena *XMLHttpRequest* asinkron, fungsi *callback* memulai fungsi *downloadURL* berdasarkan ukuran file *XML*. Semakin besar file *XML*, semakin lama waktu yang dibutuhkan. Setelah memiliki fungsi yang telah didefinisikan kemudian dapat dipanggil melalui kode dengan meneruskan nama file *PHP*.

## BAB 4

# PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini dijelaskan hasil pengujian, analisa dari desain sistem dan implementasi dari tugas akhir tersebut. Beberapa pengujian dan analisa yang dilakukan akan di jelaskan pada sub bab, antara lain :

1. Analisa Pengambilan Data
2. Presentase Data yang dapat digunakan
3. Pengujian Bagian Estimasi
4. Pengujian Akurasi Estimasi
5. Pengujian Aplikasi Web

Dengan adanya beberapa pengujian tersebut, nantinya dapat ditarik beberapa kesimpulan dari pelaksanaan tugas akhir yang telah dikerjakan.

### 4.1 Analisa Pengambilan Data

Pada bagian ini, pengujian dilakukan untuk mengetahui banyaknya data yang didapatkan oleh *Scanner* di setiap area pada sebuah ruas. Pengambilan data di lakukan pada empat ruas jalan berbeda antara lain:

1. Kertajaya (Bundaran ITS - Perempatan Nasi Padang)
2. Pucang (Perempatan Dharmawangsa - Perempatan Pasar Pucang)
3. Mulyosari (Bundaran ITS - Pertigaan Sutorejo)
4. Kertajaya2 (Perempatan Nasi Padang - Perempatan Dharmawangsa)

Pengujian dilakukan pada masing-masing ruas jalan dimana di setiap ruas jalan terdapat dua titik scan yang berbeda. Durasi scan saat pengambilan data setiap ruas jalan sama yaitu 60 menit pada sore hari.

### 4.1.1 Kertajaya

Pengujian pada ruas Jalan Kertajaya (1000 m). Letak dari *Scanner* pada ruas ini berada pada Bundaran ITS dan Perempatan Nasi Padang.

**Tabel 4.1:** Data Scan Kertajaya

<b>KERTAJAYA</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Unik</b>	<b>Keterangan</b>
<b>Bluetoothdata1</b>	122	105	
<b>Bluetoothdata2</b>	586	214	matchBluetooth (33)
<b>Wifiscan1</b>	1354	662	
<b>Wifiscan2</b>	4586	2224	matchWiFi (195)
<b>MatchALLA</b>	572	166	arah lampu merah
<b>MatchALLB</b>	173	62	arah ITS
<b>Total</b>	745	228	
<b>data/menit scan 1</b>	25	13	bundaran ITS
<b>data/menit scan 2</b>	86	41	nasi padang

Tabel 4.1 menunjukkan hasil data dari *Scanner* yang berada pada ruas Kertajaya. Pada tabel terdapat dua angka 1 dan 2 untuk inisialisasi. Angka 1 dibelakang menunjukkan data dari *Scanner-1* dan angka 2 menunjukkan data dari *Scanner-2*. Letak dari *Scanner-1* berada di Bundaran ITS dan *Scanner-2* berada di Perempatan Nasi Padang. Dari hasil data unik dapat dilihat *Scanner-1* (13 data/menit) lebih sedikit dibandingkan dari hasil data unik *Scanner-2* (41 data/menit). Hal ini disebabkan karena kondisi dari letak suatu *Scanner*. Pada area *Scanner-2* di nasi padang jumlah perangkat jauh lebih banyak karena merupakan titik temu dari empat arah yang berlawanan. Berbeda dengan *Scanner-1* yang hanya dua ruas jalan dengan arah berbeda. Dan juga perangkat yang melewati area *Scanner-1* memiliki kecepatan yang lebih cepat dibandingkan saat melewati area *Scanner-2* sehingga data unik yang dideteksi *Scanner-1* (662) tidak sebanyak seperti *Scanner-2* (2225).

Inisialisasi huruf A (arah perempatan nasi padang) dan B (arah ITS) di belakang menunjukkan arah perjalanan pada ruas jalan tersebut, A (arah nasi padang dan) dan B (arah ITS). Dari tabel 4.1 menunjukkan bahwa data yang *match* pada ruas perempatan jalan Kertajaya ke arah A (166) lebih banyak dari pada arah B (62).

### 4.1.2 Pucang

Pengujian pada ruas Jalan Pucang (750 m). Letak dari *Scanner* pada ruas ini berada pada Perempatan Pasar Pucang dan Perempatan Dharmawangsa.

**Tabel 4.2:** Data Scan Pucang

PUCANG	Jumlah	Unik	Keterangan
Bluetoothdata1	244	168	
Bluetoothdata2	258	169	matchBluetooth (41)
Wifiscan1	5430	2295	
Wifiscan2	5798	2933	matchWiFi (607)
MatchALLA	591	273	arah Dharmawangsa
MatchALLB	937	368	arah Pucang
Total	1528	641	
data/menit scan 1	95	41	pucang
data/menit scan 2	101	52	dharmawangsa

Tabel 4.2 menunjukkan data unik permenit dari dua *Scanner-1* (41) dan *Scanner-2* (52) memiliki jumlah yang tidak jauh berbeda. Tidak seperti Tabel 4.1 yang hasil data permenit tiap *Scanner* cukup jauh berbeda. Seperti yang sudah dijelaskan pada Tabel 4.1 diatas, apabila letak *Scanner* berada pada perempatan maka data yang didapat bisa semakin banyak. Letak dari dua *Scanner* pada ruas Jalan Pucang sama-sama berada pada perempatan lampu merah. *Scanner-1* berada di perempatan Pasar Pucang dan *Scanner-2* berada di perempatan Dharmawangsa. Hal ini menyebabkan data yang didapatkan oleh *Scanner* pada perempatan lampu merah jauh lebih banyak.

Insialisasi huruf A dan B yang ada di belakang menunjukkan arah perjalanan pada ruas jalan tersebut, A (Dharmawangsa) dan B (arah Pucang). Dari tabel 4.2 menunjukkan bahwa data yang *match* pada ruas jalan Pucang ke arah A (273) lebih banyak dari pada arah B (368).

### 4.1.3 Mulyosari

Pengujian pada ruas Jalan Mulyosari (3 km). Letak dari *Scanner* pada ruas ini berada pada bundaran ITS dan pertigaan Suto-rejo.

**Tabel 4.3:** Data Scan Mulyosari

MULYOSARI	Jumlah	Unik	Keterangan
Bluetoothdata1	140	130	
Bluetoothdata2	165	105	matchBluetooth (6)
Wifiscan1	1308	796	
Wifiscan2	4118	937	matchWiFi (42)
MatchALLA	48	31	arah kenjeran
MatchALLB	40	17	arah ITS
Total	88	48	
data/menit scan 1	24	15	bundaran ITS
data/menit scan 2	71	17	pertigaan sutorejo

Tabel 4.3 menunjukkan data unik permenit yang didapat dari dua *Scanner-1* (15) dan *Scanner-2* (17) tidak jauh berbeda. Karena letak dari *Scanner* juga memiliki ciri yang sama yaitu pada pertigaan. Pada pengambilan data di ruas Jalan Mulyosari jarak antara *Scanner* 3 km. Jalan Mulyosari terdapat banyak Pertokoan dan Perumahan pada ruas jalan tersebut. Biasanya yang melewati rute tersebut banyak yang berbelok ke arah perumahan atau hanya sekedar mampir ke toko sehingga kendaraan dapat berputar balik. Dapat dilihat dari data yang *match* tidak banyak sekitar 4,5% dari data keseluruhan *match* yang unik (Rumus 4.1). Sehingga ciri khas suatu jalan dan jarak dari dua *Scanner* dapat mempengaruhi data yang *match*.

Arah A pada ruas jalan Mulyosari adalah arah kenjeran dan B arah ke ITS. Dari tabel terlihat data yang digunakan untuk estimasi arah A (31) dan arah B (17). Jumlah ini cukup sedikit dari data-data sebelumnya. Dapat diasumsikan karena pengaruh jarak *Scanner* sehingga data yang *match* sedikit dan ciri khas pada jalan tersebut terdapat pertigaan menuju arah perumahan pakuwon.

#### 4.1.4 Kertajaya2

Pengujian pada ruas Jalan Kertajaya2 (2,8 km). Letak dari *Scanner* pada ruas ini berada pada perempatan Nasi Padang dan Perempatan Dharmawangsa.

**Tabel 4.4:** Data Scan Kertajaya2

MULYOSARI	Jumlah	Unik	Keterangan
Bluetoothdata1	290	110	
Bluetoothdata2	310	184	matchBluetooth (11)
Wifiscan1	5726	3146	
Wifiscan2	5006	2838	matchWiFi (160)
MatchALLA	443	104	arah pucang
MatchALLB	158	67	arah ITS
Total	601	171	
data/menit scan 1	100	54	nasi padang
data/menit scan 2	89	50	dharmawangsa

Tabel 4.4 menunjukkan data unik permenit yang didapat dari dua *Scanner-1* (54) dan *Scanner-2* (50) tidak jauh berbeda. Karena letak dari *Scanner* juga memiliki ciri yang sama yaitu pada perempatan. Arah A pada ruas jalan Kertajaya2 adalah arah Pucang dan B arah ITS. Dari Tabel terlihat data yang digunakan untuk estimasi arah A (104) dan arah B (67). Ciri khas jalan dari perempatan nasi padang sampai perempatan Dharmawangsa terdapat satu perempatan lampu merah dan ada banyak pertokoan di ruas jalan tersebut. Terlihat dari data hanya 5% yang dapat digunakan dari seluruh perolehan data (Rumus 4.1).

Arah A pada ras jalan Mulyosari merupakan perjalanan ke arah Pucang dan B ke arah ITS. Dari tabel terlihat data yang digunakan untuk estimasi waktu tempuh arah B (67) lebih sedikit dibandingkan arah A (104).

## 4.2 Persentase Data yang dapat digunakan

Untuk estimasi waktu tempuh perjalanan, *Scanner* yang memperoleh data di dua area berbeda harus dicocokkan (*match*). Kendaraan atau perangkat yang dilengkapi *Bluetooth* dan *WiFi* mungkin tidak melewati di kedua area *Scanner*. Oleh karena itu dianalisis presentase data *match* (*Bluetooth* dan *WiFi*) yang dapat digunakan dengan Rumus 4.1 [4] :

$$\%Usabledata = \frac{M12 + M21 * 2}{N1 + N2} * 100 \quad (4.1)$$

Dimana:  $N1$  dan  $N2$  adalah jumlah pengamatan *MAC* pada *Scanner-1* dan *Scanner-2*;

$M12$ : jumlah *match* dari *Scanner-1* ke *Scanner-2*; dan

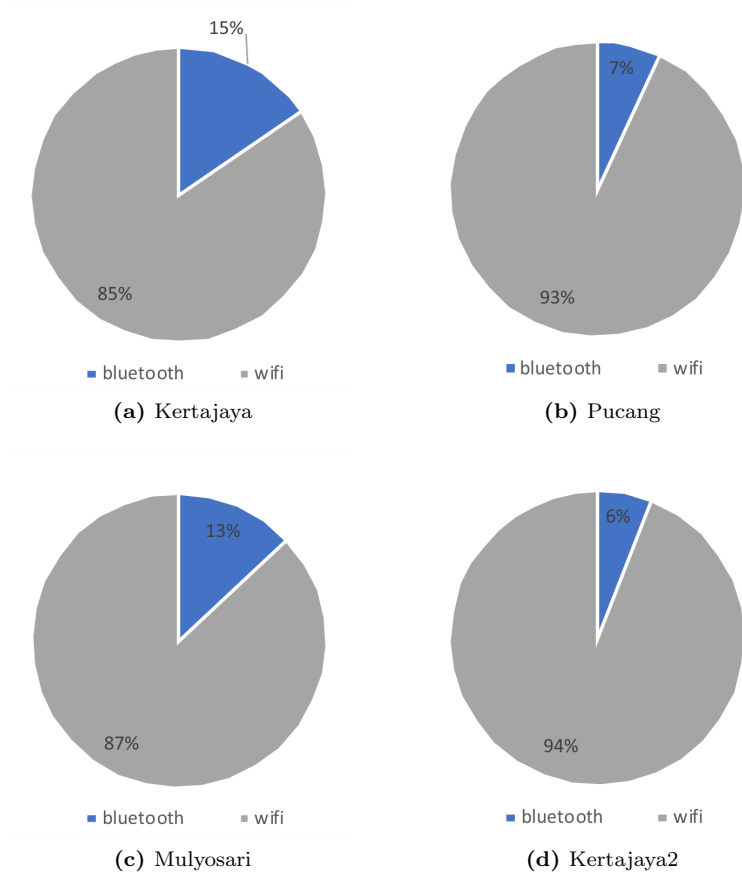
$M21$ : jumlah *match* dari *Scanner-2* ke *Scanner-1*

Hal ini diamati bahwa sepanjang jalan raya data yang digunakan berkisar antara 23% (1 km jarak terpisah) sampai 5% (3 km jarak terpisah). Hal ini juga bergantung pada proporsi lalu lintas pada dua area scan.

### 4.2.1 Jenis Data *Match*

Data yang dapat digunakan dari empat ruas jalan (Mulyosari, Kertajaya, Kertajaya2, Pucang) yang sudah di bahas diatas, data *match* digunakan untuk estimasi waktu tempuh perjalanan terdiri dari data unik *match Bluetooth* dan unik *match WiFi*. Perolehan tiap fitur *Bluetooth* dan *WiFi* yang *match* dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Dari grafik diatas merupakan hasil data *match* pada empat ruas jalan yang berbeda, dari tiap grafik lingkaran menunjukkan data *match WiFi* yang didapat jauh lebih banyak dibandingkan *match Bluetooth*. Dapat disimpulkan dari Gambar 4.1 menunjukkan rata-rata data *match WiFi* sebanyak 89,75% dari keseluruhan data yang *match* dan 10,25% untuk data *match Bluetooth*.



**Gambar 4.1:** Perolehan Data *Match Bluetooth* dan *Wifi*

### 4.3 Bagian Estimasi

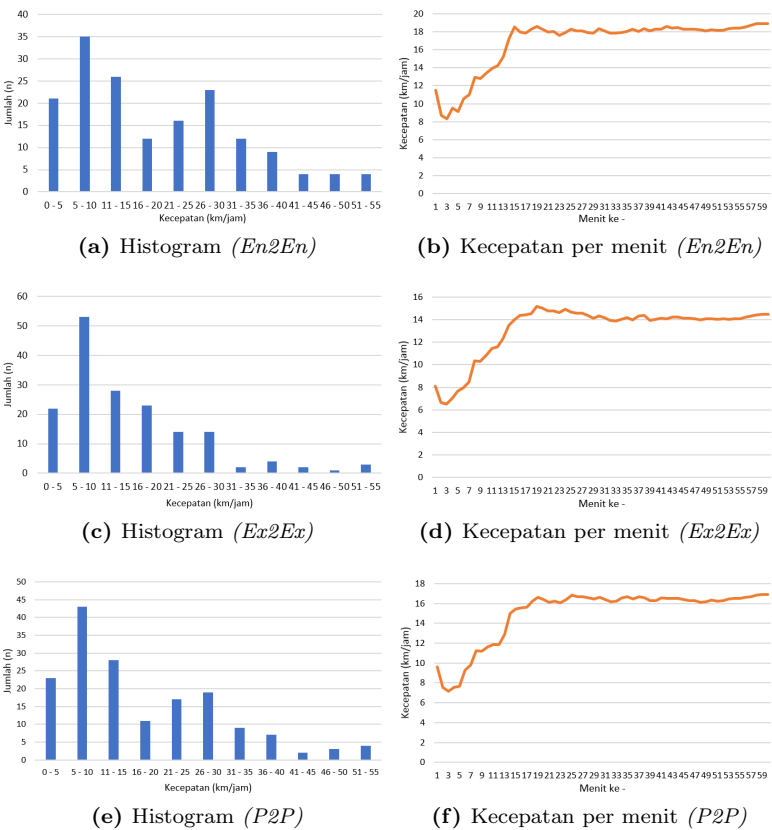
Pada pengujian ini terdapat tiga bagian estimasi *En2En*, *Ex2ex*, *P2P*. Saat melaporkan waktu tempuh perjalanan dari *Scanner*, harus didefinisikan secara jelas bagian bagiannya. Bagian yang berbeda akan memiliki nilai waktu perjalanan yang berbeda. Pada bab ini akan dijelaskan tentang hasil estimasi tiap ruas jalan yang dibagi



persub-bab dan setiap sub-bab dijelaskan hasil estimasi waktu tiap bagian sesuai dengan arah perjalananya.

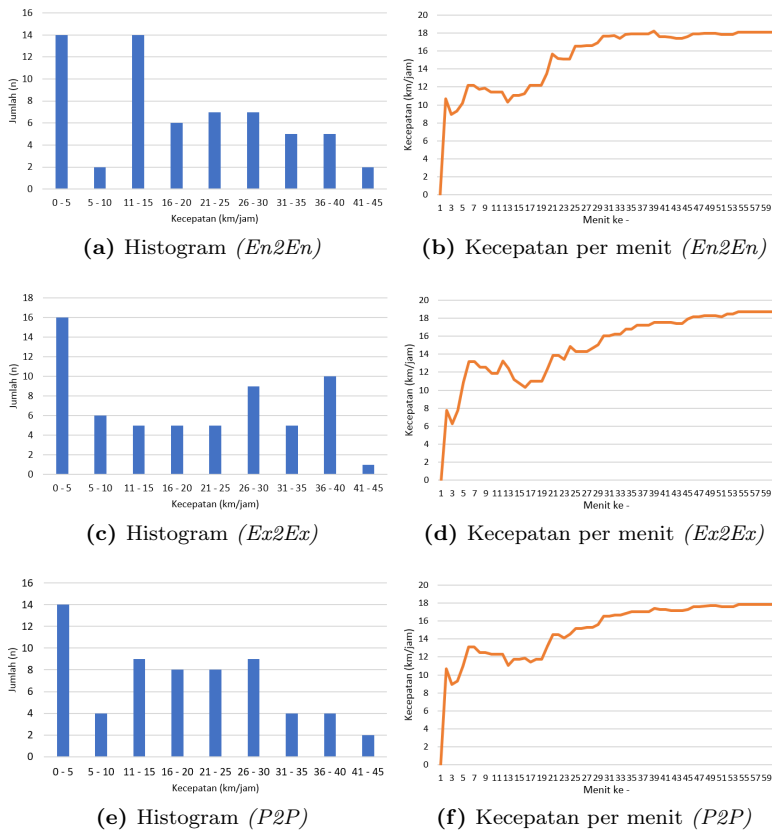
### 4.3.1 Jalan Kertajaya

Pengujian pada Jalan Kertajaya (1000 m) dibagi menjadi dua. Pertama arah Lampu Merah dan kedua arah Bundaran ITS. Tiap arah perjalanan dilakukan tiga bagian estimasi (*En2En*, *Ex2Ex*, *P2P*).



**Gambar 4.2:** Histogram dan Kecepatan permenit (Arah Nasi Padang)

Gambar 4.2 menunjukkan histogram persebaran data dari kecepatan kendaraan interval 5 km/jam (a,c,e) dan rata-rata kecepatan permenit dari data kecepatan tiap kendaraan (b,d,f). Histogram menunjukkan pada interval kecepatan 0 - 15 km/jam cukup banyak. Diasumsikan pada jalan tersebut antrian saat lampu merah di perempatan cukup panjang, kendaraan bisa terkena  $\geq 1$  kali siklus lampu merah. Hal ini mempengaruhi perhitungan waktu tempuh perjalanan.



**Gambar 4.3:** Histogram dan Kecepatan permenit (Arah Bundaran ITS)

Gambar 4.3 menunjukkan histogram persebaran data dari kecepatan kendaraan interval 0 - 5 km/jam (a,c,e) dan rata-rata kecepatan permenit dari data kecepatan tiap kendaraan (b,d,f). Histogram menunjukkan pada interval kecepatan 0 - 5 km/jam rata-rata sebanyak (15). Jumlah ini paling banyak dari kecepatan lainnya. Diasumsikan pada jalan tersebut antrian saat lampu merah di perempatan cukup panjang, kendaraan bisa terkena  $\geq 1$  kali siklus lampu merah.

Data kecepatan per menit kendaraan pada Gambar 4.2 dan 4.3 menunjukkan semakin lama waktu semakin banyak data yang di peroleh. Semakin banyak data yang digunakan, hasil rata-rata kecepatan kendaraan semakin valid.

**Tabel 4.5:** Hasil Estimasi Kertajaya (Arah Lampu Merah)

Bagian	Waktu	Kecepatan ( <i>km/jam</i> )
<i>En2En</i>	00.06.42	18,93
<i>Ex2Ex</i>	00.07.41	14,46
<i>P2P</i>	00.07.32	16,88

Tabel 4.5 merupakan hasil estimasi waktu tempuh jalan Kertajaya ke arah lampu merah. Dari hasil tiga bagian estimasi terlihat perbedaan di tiap bagiannya. Bagian *En2En* dengan waktu (00.06.42), *Ex2Ex* (00.07.41), *P2P* (00.07.32).

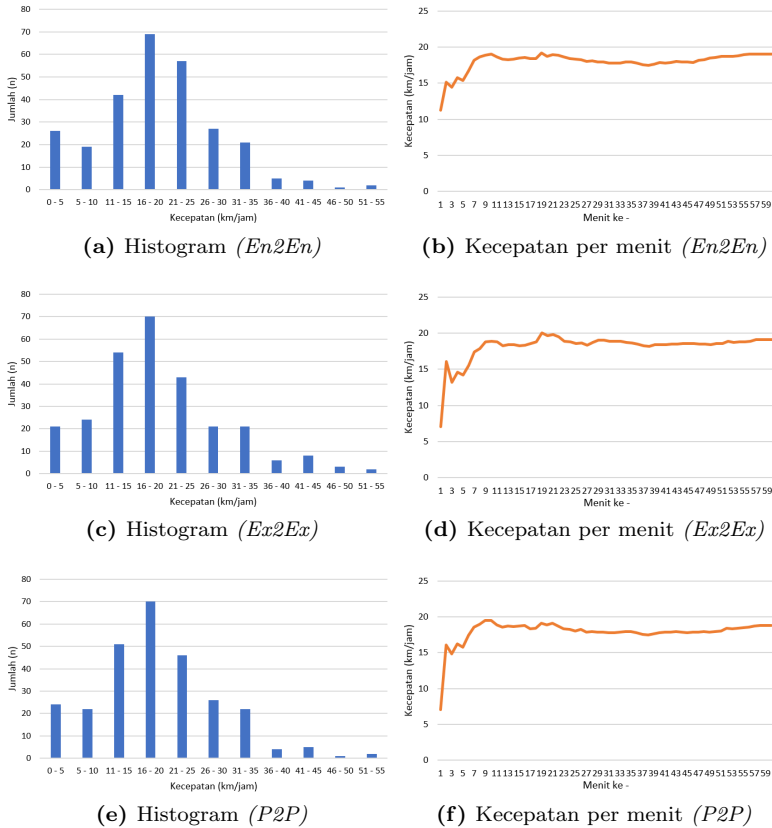
**Tabel 4.6:** Hasil Estimasi Kertajaya (Arah Bundaran ITS)

Bagian	Waktu	Kecepatan ( <i>km/jam</i> )
<i>En2En</i>	00.08.44	18,1
<i>Ex2Ex</i>	00.09.41	18,75
<i>P2P</i>	00.08.37	17,86

Tabel 4.6 merupakan hasil estimasi ruas jalan Kertajaya ke arah bundaran ITS. Dari hasil tiga bagian estimasi menunjukkan hasil yang tidak terlalu jauh berbeda. Bagian *En2En* dengan waktu (00.08.44), *Ex2Ex* (00.09.41), *P2P* (00.08.37).

### 4.3.2 Jalan Pucang

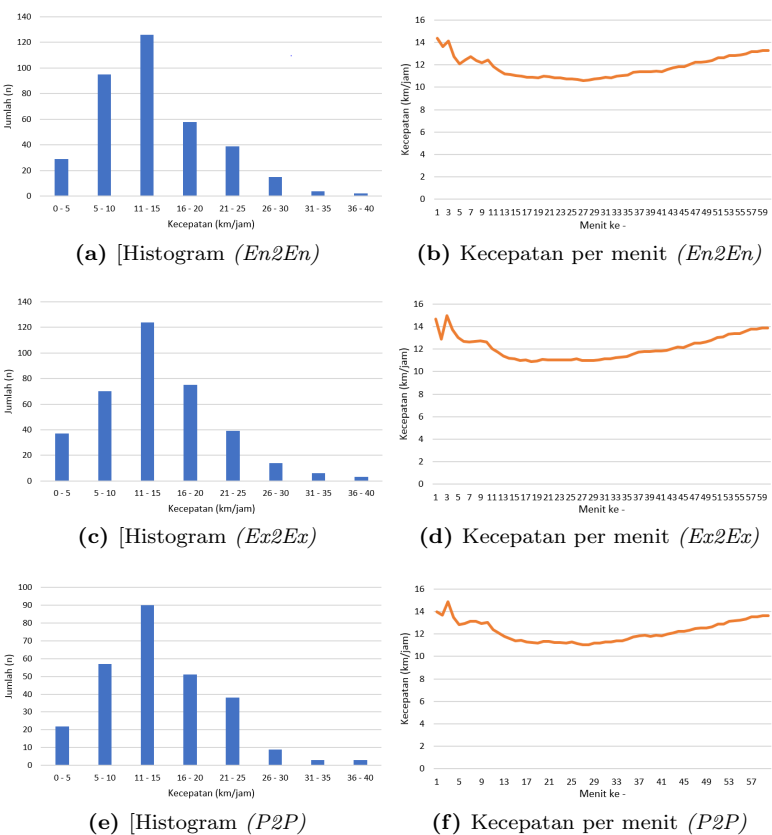
Pengujian pada Jalan Pucang (750 m) dibagi menjadi dua. Pertama arah Dharmawangsa dan kedua arah Pucang. Tiap arah perjalanan dilakukan tiga bagian estimasi ( $En2En$ ,  $Ex2Ex$ ,  $P2P$ ).



**Gambar 4.4:** Histogram dan Kecepatan permenit (Arah Dharmawangsa)

Gambar 4.4 menunjukkan histogram persebaran data dari kecepatan kendaraan dengan interval 5 km/jam (a,c,e) dan rata-rata kecepatan permenit dari data kecepatan tiap kendaraan (b,d,f). Ci-

ri dari ruas jalan Pucang adalah ketika melewati perempatan lampu merah Pucang dalam kondisi hijau maka saat sampai di perempatan lampu merah Dharmawangsa juga akan dalam kondisi hijau begitu sebaliknya. Selama kendaraan berjalan dengan normal (tidak berhenti). Sehingga pada histogram data pada interval 16 - 20 km/jam sebanyak 70.



**Gambar 4.5:** Histogram dan Kecepatan permenit (Arah Pucang)

Gambar 4.5 menunjukkan histogram persebaran data dari kecepatan kendaraan interval 5 km/jam (a,c,e) dan rata-rata kece-

patan permenit dari data kecepatan tiap kendaraan (b,d,f). Seperti yang sudah dijelaskan di atas ciri dari jalan Pucang. Histogram menunjukkan jumlah kendaraan pada interval 11 - 20 km/jam paling banyak dengan rata-rata 110.

Data kecepatan per menit kendaraan pada Gambar 4.4 dan 4.5 menunjukkan semakin lama waktu semakin banyak data yang di peroleh. Semakin banyak data yang digunakan, hasil rata-rata kecepatan kendaraan semakin valid.

**Tabel 4.7:** Hasil Estimasi Pucang (Arah Dharmawangsa)

Bagian	Waktu	Kecepatan ( $km/jam$ )
<i>En2En</i>	00.04.21	19,06
<i>Ex2Ex</i>	00.04.15	19,1
<i>P2P</i>	00.04.17	18,78

Tabel 4.7 merupakan hasil estimasi ruas jalan Pucang ke arah Dharmawangsa. Bagian *En2En* memiliki waktu (00.04.21), *Ex2Ex* (00.04.15), *P2P* (00.04.17).

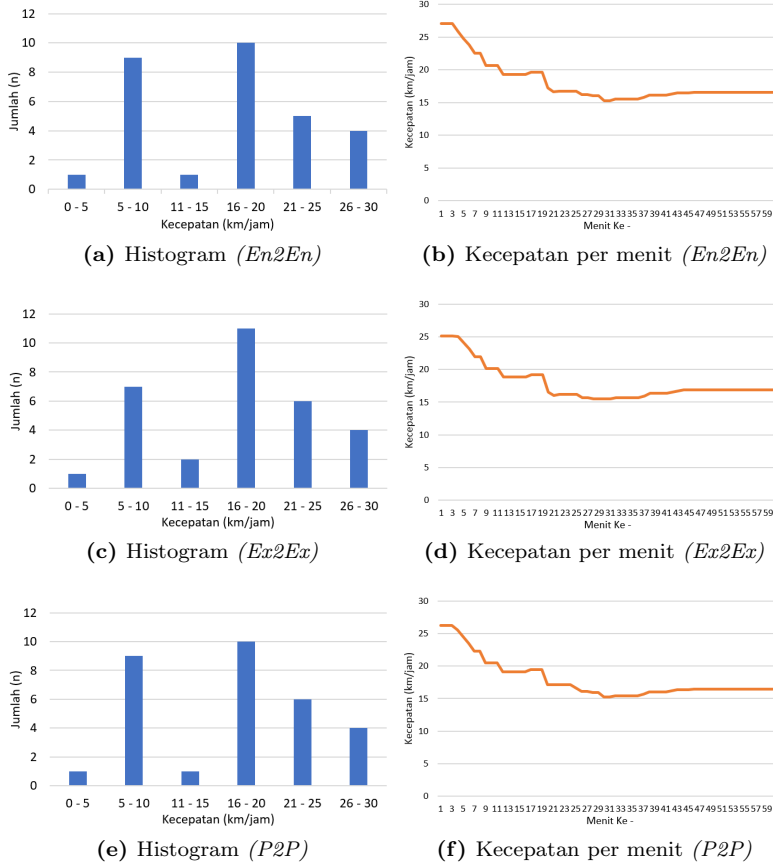
**Tabel 4.8:** Hasil Estimasi Pucang (Arah Pucang)

Pucang	Waktu	Kecepatan ( $km/jam$ )
<i>En2En</i>	00.05.02	13,29
<i>Ex2Ex</i>	00.05.18	13,86
<i>P2P</i>	00.04.58	13,63

Tabel 4.8 merupakan hasil estimasi ruas jalan Kertajaya ke arah Pucang. Dari hasil tiga bagian estimasi diatas terlihat perbedaan di tiap bagiannya tidak jauh berbeda. Bagian *En2En* memiliki waktu (00.05.02), *Ex2Ex* (00.05.18), *P2P* (00.04.58). Diasumsikan kondisi lalu lintas arah Pucang pada ruas ini lebih padat dari pada arah Dharmawangsa.

### 4.3.3 Jalan Mulyosari

Pengujian pada Jalan Mulyosari (3000 m) dibagi menjadi dua. Pertama arah kenjeran dan kedua arah bundaran ITS. Tiap arah perjalanan dilakukan tiga bagian estimasi  $En2En$ ,  $Ex2Ex$ ,  $P2P$ .

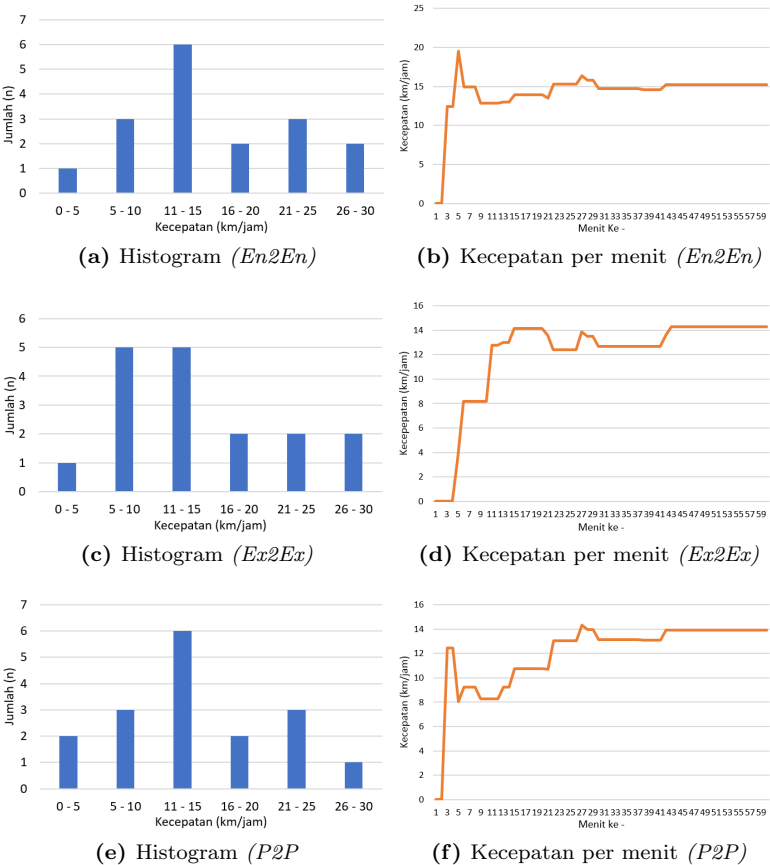


**Gambar 4.6:** Histogram dan Kecepatan permenit (Arah Kenjeran)

Gambar 4.6 menunjukkan histogram persebaran data dari kecepatan kendaraan interval 5 km/jam (a,c,e) dan rata-rata kecepatan

an permenit dari data kecepatan tiap kendaraan (b,d,f).

Data kecepatan per menit kendaraan menunjukkan semakin lama waktu semakin banyak data yang di peroleh. Semakin banyak data yang digunakan, hasil rata-rata kecepatan kendaraan makin valid.



**Gambar 4.7:** Histogram dan Kecepatan permenit (Arah ITS)

Gambar 4.7 menunjukkan histogram persebaran data dari kecepatan kendaraan dengan interval 5 km/jam (a,c,e) dan rata-rata



kecepatan permenit dari data kecepatan tiap kendaraan (b,d,f).

Dari hasil perolehan data diatas tidak banyak. Apabila data yang digunakan sedikit akan mempengaruhi hasil dari rata-rata kecepatan menjadi kurang valid.

**Tabel 4.9:** Hasil Estimasi Mulyosari (Arah Kenjeran)

Bagian	Waktu	Kecepatan ( $km/jam$ )
<i>En2En</i>	00.14.31	16,57
<i>Ex2Ex</i>	00.13.47	16,93
<i>P2P</i>	00.14.33	16,49

Tabel 4.7 merupakan hasil estimasi ruas jalan Mulyosari ke arah kenjeran. Bagian *En2En* memiliki waktu (00.14.31), *Ex2Ex* (00.13.47), *P2P* (00.14.33).

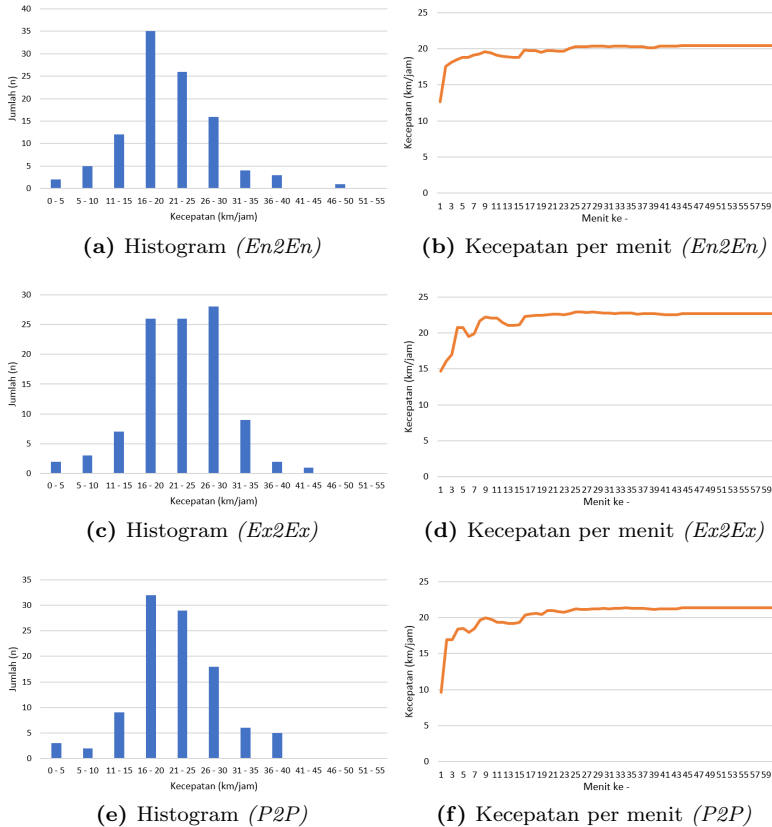
**Tabel 4.10:** Hasil Estimasi Mulyosari (Arah Bundaran ITS)

Bagian	Waktu	Kecepatan ( $km/jam$ )
<i>En2En</i>	00.14.57	15,19
<i>Ex2Ex</i>	00.16.37	14,27
<i>P2P</i>	00.17.23	13,9

Tabel 4.8 merupakan hasil estimasi ruas jalan Kertajaya ke arah bundaran ITS. Bagian *En2En* memiliki waktu (00.14.57), *Ex2Ex* (00.16.37), *P2P* (00.17.23).

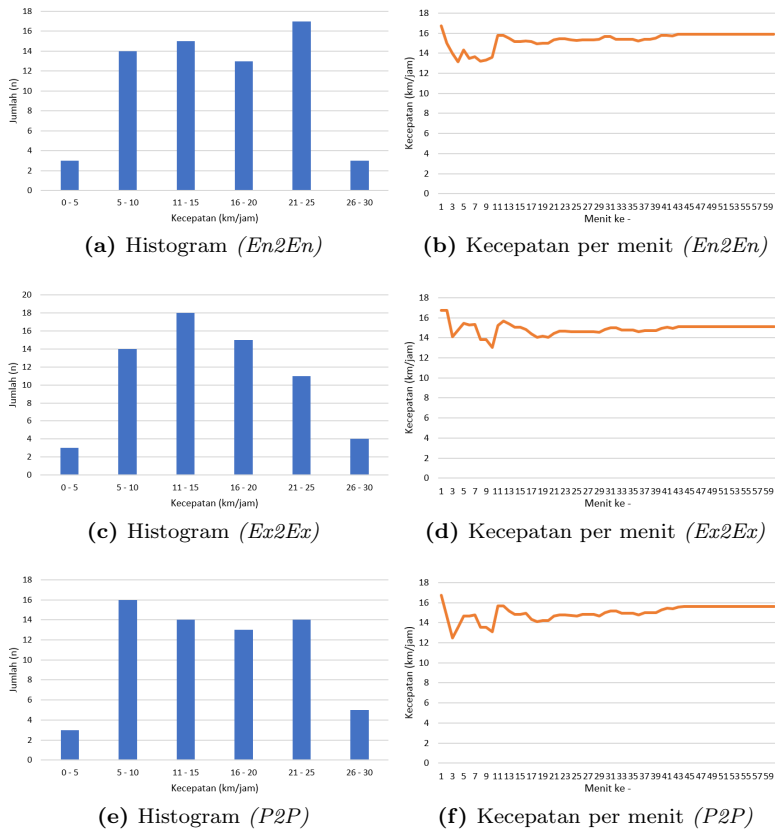
### 4.3.4 Jalan Kertajaya2

Pengujian pada Jalan Kertajaya2 (2800 m) dibagi menjadi dua. Pertama arah Pucang dan kedua arah ITS. Tiap arah perjalanan dilakukan tiga bagian estimasi ( $En2En$ ,  $Ex2Ex$ ,  $P2P$ ).



**Gambar 4.8:** Histogram dan Kecepatan permenit (Arah Pucang)

Gambar 4.8 menunjukkan histogram persebaran data dari kecepatan kendaraan interval 5 km/jam (a,c,e) dan rata-rata kecepatan permenit dari data kecepatan tiap kendaraan (b,d,f).



**Gambar 4.9:** Histogram dan Kecepatan permenit (Arah ITS)

Gambar 4.9 menunjukkan histogram persebaran data dari kecepatan kendaraan interval 5 km/jam (a,c,e) dan rata-rata kecepatan permenit dari data kecepatan tiap kendaraan (b,d,f).

Data tiap menit kendaraan menunjukkan semakin lama waktu semakin banyak data yang di peroleh. Semakin banyak data yang digunakan, hasil rata-rata kecepatan kendaraan makin valid. Sebaliknya, Apabila data yang digunakan sedikit akan mempengaruhi hasil dari rata-rata kecepatan menjadi kurang valid.

**Tabel 4.11:** Hasil Estimasi Kertajaya2 (Arah Pucang)

Bagian	Waktu	Kecepatan ( <i>km/jam</i> )
<i>En2En</i>	00.09.44	20,48
<i>Ex2Ex</i>	00.08.55	22,68
<i>P2P</i>	00.09.29	21,38

Tabel 4.11 merupakan hasil estimasi ruas jalan Kertajaya2 ke arah Pucang. Bagian *En2En* dengan waktu (00.09.44), *Ex2Ex* (00.08.55), *P2P* (00.09.29).

**Tabel 4.12:** Hasil Estimasi Kertajaya2 (Arah ITS)

Bagian	Waktu	Kecepatan ( <i>km/jam</i> )
<i>En2En</i>	00.13.51	15,8
<i>Ex2Ex</i>	00.13.54	15,04
<i>P2P</i>	00.14.25	15,51

Tabel 4.12 merupakan hasil estimasi ruas jalan Kertajaya2 ke arah ITS. Bagian *En2En* dengan waktu (00.13.51), *Ex2Ex* (00.13.54), *P2P* (00.14.25). Dari hasil tiga bagian estimasi menunjukkan hasil yang berbeda.

### 4.3.5 Perhitungan Keseluruhan

Perhitungan estimasi keseluruhan merupakan penjumlahan dari empat ruas yang di uji. Hasil keseluruhan mulai dari jalan Mulyosari (Pertigaan Suterejo) - Pucang (Perempatan Pucang). Dari empat ruas yang sudah dijelaskan diatas merupakan jalan yang kontinyu dari Mulyosari sampai ke Pucang. Dengan menjumlahkan seluruh bagian dari ruas jalan Mulyosari, Kertajaya, Kertajaya2, Pucang di tiap bagiannya (*En2En*, *Ex2Ex*, *P2P*).

**Tabel 4.13:** Hasil Estimasi Mulyosari - Pucang (Arah Pucang)

Bagian	Waktu
<i>En2En</i>	00.36.25
<i>Ex2Ex</i>	00.38.31
<i>P2P</i>	00.39.22

Tabel 4.13 merupakan hasil estimasi penjumlahan tiap ruas Mulyosari - Pucang. Bagian *En2En* memiliki waktu (00.36.25), *Ex2Ex* (00.38.31), *P2P* (00.39.22). Dari tiga bagian tersebut bagian *En2En* memiliki waktu lebih cepat dibandingkan *Ex2Ex* dan *P2P*.

**Tabel 4.14:** Hasil Estimasi Pucang - Mulyosari (Arah Mulyosari)

Bagian	Waktu
<i>En2En</i>	00.41.27
<i>Ex2Ex</i>	00.42.14
<i>P2P</i>	00.41.49

Tabel 4.14 merupakan hasil estimasi penjumlahan tiap ruas Pucang - Mulyosari. Bagian *En2En* memiliki waktu (00.41.27), *Ex2Ex* (00.41.49), *P2P* (00.41.49). Dari hasil tiga bagian tersebut bagian *En2En* memiliki waktu lebih cepat dibandingkan *Ex2Ex* dan *P2P*.

Dari perhitungan estimasi waktu tempuh perjalanan, arah Mulyosari dan arah Pucang memiliki kesamaan dimana bagian *En2En* memiliki hasil yang lebih cepat dibandingkan lainnya. Untuk itu saat mengestimasi waktu tempuh perjalanan dengan menggunakan *BMS* dan *WMS* perlu untuk menentukan bagian secara jelas. Bagian yang berbeda memiliki hasil yang berbeda juga.

## 4.4 Pengujian Akurasi Estimasi

Untuk menentukan nilai akurasi dari perhitungan estimasi dengan melakukan perbandingan antara nilai estimasi dengan nilai data real. Pengujian ini dilakukan pada ruas jalan antara bundaran ITS ke bundaran PENS (1100 m).

Ujicoba dilakukan dengan cara menjalankan proses pengambilan data di jalan. Kemudian disaat yang sama mencoba melakukan perjalanan secara real di lapangan. Saat melakukan ujicoba pengendara dipastikan perangkat *Bluetooth* atau *WiFi* dalam keadaan aktif, untuk dapat dideteksi oleh *Scanner*. Disaat itu juga dipastikan perangkat yang dibawa oleh pengendara terdeteksi oleh *Scanner* dengan mengecek pada database.

Setelah itu dilakukan perhitungan estimasi setiap bagian dan perhitungan data real. Kemudian dihitung selisih antara dua nilai tersebut (Rumus 4.2). Selisih antara waktu sistem dengan waktu real adalah nilai galat.

$$\%Galat = \frac{NilaiSistem - NilaiReal}{NilaiSistem} \times 100 \quad (4.2)$$

Nilai galat perhitungan estimasi dapat dilihat pada tabel.

**Tabel 4.15:** Galat Arah bundaran PENS

Bagian	Sistem	Real	Galat
<i>En2En</i>	00.04.20	00.02.59	31,5%
<i>Ex2Ex</i>	00.06.01	00.02.58	50,59%
<i>P2P</i>	00.05.11	00.02.58	42,76%

Tabel 4.15 merupakan hasil arah perjalanan ke bundaran PENS dengan hasil galat bagian *En2En* 31,5%; *Ex2Ex* 50,59%; *P2P* 42,76%.

**Tabel 4.16:** Galat Arah bundaran ITS

Bagian	Sistem	Real	Galat
<i>En2En</i>	00.05.39	00.03.33	37,16%
<i>Ex2Ex</i>	00.04.53	00.03.57	19,11%
<i>P2P</i>	00.05.39	00.03.33	37,16%

Tabel 4.16 merupakan hasil arah perjalanan ke bundaran ITS dengan hasil galat bagian *En2En* 37,16%; *Ex2Ex* 19,11%; *P2P* 37,16%. Dari tiap estimasi memiliki tingkat galat yang berbeda.

Dari dua arah perjalanan yang berbeda, rata-rata tingkat galat bagian *En2En* 34% paling kecil dibandingkan bagian *Ex2Ex* 35% dan *P2P* 40%.

## 4.5 Pengujian Aplikasi Web

Pada pengujian ini dilakukan pengujian terhadap kemampuan aplikasi web yang dibuat apakah telah berjalan sesuai dengan yang diinginkan.

Pengujian pertama dilakukan untuk memanggil *API key* dari *Google Maps* menggunakan fungsi *JavaScript*. Untuk dapat menampilkan peta pada aplikasi web terlebih dahulu kita meminta key dengan mendaftar sebagai developer. Satu key hanya berlaku untuk satu aplikasi. Dengan memasukkan *API key* pada *Google Maps API JavaScript*, pengguna dapat menampilkan Web Peta. *Api Key* sendiri berfungsi untuk memanggil data yang ada pada server *Google*. Untuk memanggil data tersebut diperlukan jaringan internet. Karena data yang diambil berada di server *Google*. Setelah berhasil menampilkan *Google Maps* kemudian lanjut ke pemanggilan data.

```
// Start XML file, echo parent node
echo '<markers>';

// Iterate through the rows, printing XML nodes for each
while ($row = @mysql_fetch_assoc($result)){
// Add to XML document node
echo '<marker ' ;
echo 'name="' . parseToXML($row['name']) . '" ' ;
echo 'address="' . parseToXML($row['address']) . '" ' ;
echo 'lat="' . $row['lat'] . '" ' ;
echo 'lng="' . $row['lng'] . '" ' ;
echo 'type="' . $row['type'] . '" ' ;
echo '>';
}

// End XML file
echo '</markers>';
```

#### **Kode 4.1:** Parsing *MySQL* ke *XML*

Pengujian kedua dilakukan untuk pemanggilan data pada database. Dengan memanggil data yang ada pada database *MySQL* kemudian di visualisasikan pada web peta. Untuk memudahkan menampilkan informasi dari database, data dari *MySQL* di ekspor menjadi file *XML* terlebih dahulu. Dengan fungsi *PHP* (Kode 4.1) yang digunakan untuk memanggil data pada database kemudian diekspor menjadi *XML*.

Dengan menjalankan fungsi *echo PHP* (Kode 4.1) digunakan untuk memanggil seluruh data yang ada pada tabel yang dituju. Kita dapat melihat keluaran data *XML* dari database *MySQL*

(Gambar 4.10).

Setelah itu memuat file *XML* ke dalam laman Web Peta. Dari data tersebut terdapat *lng*, *lat* untuk menentukan posisi dari marker. Dan data lainnya merupakan isi dari jendela info. Pada marker terdapat dua tipe yaitu A dan B yang membedakan arah perjalanan (Gambar 4.11). Arah A merupakan perjalanan menuju Pucang dan Arah B merupakan perjalanan menuju Mulyosari. Apabila Marker di klik maka akan muncul info dari estimasi waktu tempuh perjalanan. Tampilan Visualisasi Akhir dari sistem estimasi waktu tempuh perjalanan dapat dilihat pada Gambar 4.12.

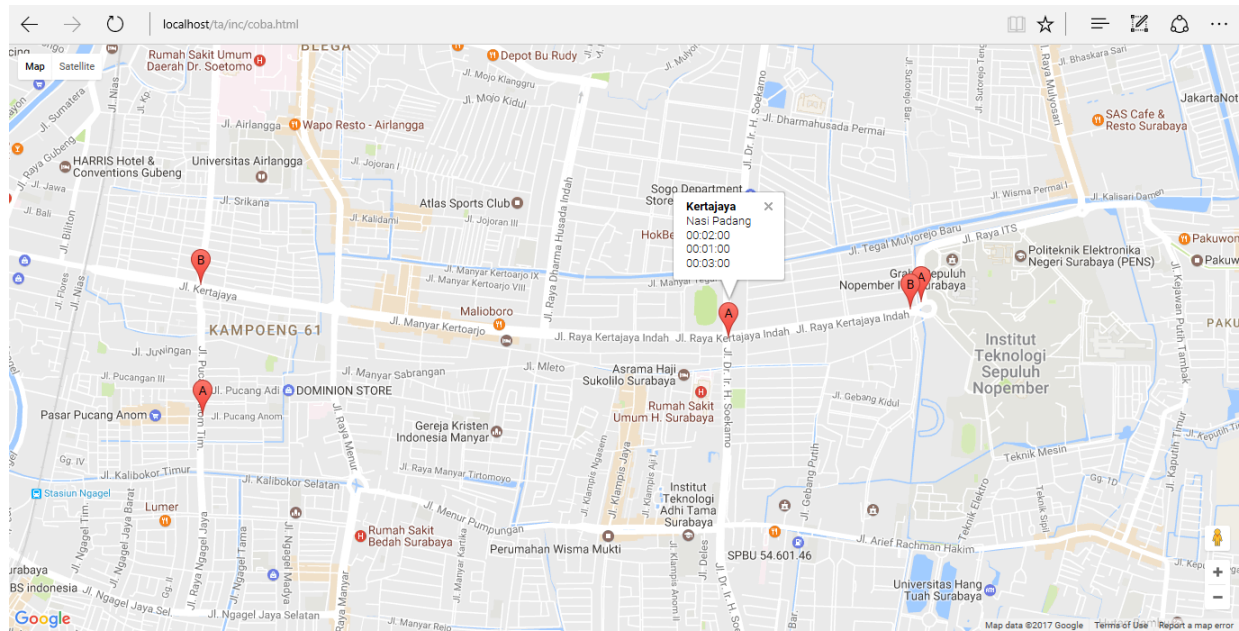


```

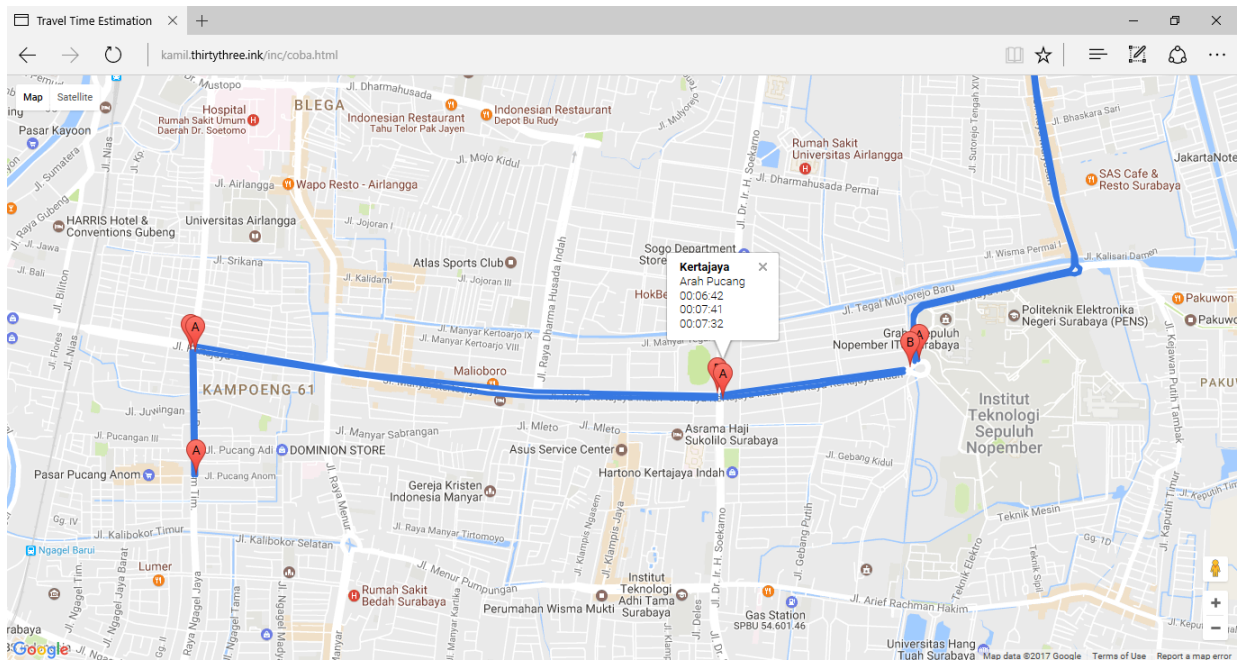
▼<markers>
  <marker name="Mulyosari" address="Arah Pucang" lat="-7.278875" lng="112.790367" type="A" en2en="00:14:57" ex2ex="00:16:37" p2p="00:17:23"/>
  <marker name="Mulyosari" address="Arah Mulyosari" lat="-7.258203" lng="112.795547" type="B" en2en="00:14:31" ex2ex="00:13:47" p2p="00:14:33"/>
  <marker name="Kertajaya" address="Arah Pucang" lat="-7.280694" lng="112.780991" type="A" en2en="00:06:42" ex2ex="00:07:41" p2p="00:07:32"/>
  <marker name="Kertajaya" address="Arah Mulyosari" lat="-7.279193" lng="112.789925" type="B" en2en="00:08:44" ex2ex="00:09:41" p2p="00:08:37"/>
  <marker name="Kertajaya2" address="Arah Pucang" lat="-7.278465" lng="112.755859" type="A" en2en="00:09:44" ex2ex="00:08:55" p2p="00:09:29"/>
  <marker name="Kertajaya2" address="Arah Mulyosari" lat="-7.280438" lng="112.780746" type="B" en2en="00:13:51" ex2ex="00:13:54" p2p="00:14:25"/>
  <marker name="Pucang" address="Arah Pucang" lat="-7.284308" lng="112.755920" type="A" en2en="00:05:02" ex2ex="00:05:18" p2p="00:04:58"/>
  <marker name="Pucang" address="Arah Mulyosari" lat="-7.278410" lng="112.755661" type="B" en2en="00:04:21" ex2ex="00:04:15" p2p="00:04:17"/>
</markers>

```

**Gambar 4.10:** Hasil fungsi *parseToXML*



Gambar 4.11: Tampilan Visualisasi Marker dan Info Jendela



**Gambar 4.12:** Tampilan Visualisasi Akhir Sistem Estimasi Waktu Tempuh

# BAB 5

## PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil implementasi dan pengujian sistem yang sudah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini sudah dikembangkan sistem estimasi waktu tempuh perjalanan dengan mengimplementasikan teknologi *Bluetooth* dan *WiFi* menggunakan *Bluetooth MAC Scanner (BMS)* dan *WiFi MAC Scanner (WMS)*.
2. Hasil pengujian secara langsung di jalan menunjukkan bahwa sistem yang diajukan dapat menghasilkan perhitungan waktu tempuh perjalanan dengan tingkat akurasi hingga 69,5% pada bagian *En2En*, 65% pada bagian *Ex2Ex* dan 60% pada bagian *P2P*.
3. Jarak antar *Scanner* mempengaruhi perolehan data yang *match* pada ruas jalan. Berdasarkan hasil analisa, data *match* yang dapat digunakan sekitar 23% (1 km jarak terpisah) dan 5% (3 km jarak terpisah)
4. Dari dua fitur *Bluetooth* dan *WiFi*, keseluruhan data *match* untuk perhitungan estimasi dari empat ruas yang berbeda menunjukkan rata-rata data *WiFi* sekitar 89,75% dan rata-rata data *Bluetooth* sekitar 10,25%.
5. Setiap melaporkan waktu tempuh perjalanan menggunakan *BMS* dan *WMS*, harus didefinisikan secara jelas bagian yang digunakan (*Entrance to Entrance*, *Exit to Exit*, *Point to Point*). Terutama pada jalan raya, dimana bagian yang berbeda akan memiliki waktu perjalanan yang berbeda.

## 5.2 Saran

Demi pengembangan lebih lanjut mengenai tugas akhir ini, disarankan beberapa langkah lanjutan sebagai berikut :

1. Menambahkan data untuk rute yang berbeda ditujukan yang sama, sehingga sistem dapat memberikan opsi perjalanan dengan memberikan informasi estimasi pada dua rute yang berbeda.
2. Dibutuhkan teknik filter data untuk menghilangkan data yang sangat jauh berbeda (*outlier*), karena pada penelitian ini kendaraan yang berhenti dianggap sebuah kemacetan. Sehingga memungkinkan untuk meningkatkan tingkat akurasi estimasi waktu tempuh perjalanan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Bhaskar and E. Chung, “Fundamental understanding on the use of bluetooth scanner as a complementary transport data,” Transportation Research Part C : Emerging Technology, vol. 37, pp. 42–72, December 2013. (Dikutip pada halaman 1, 15, 16, 17, 32).
- [2] R. Nusser and R. M. Pelz, “Bluetooth-based wireless connectivity in an automotive environment,” in Vehicular Technology Conference Fall 2000. IEEE VTS Fall VTC2000. 52nd Vehicular Technology Conference (Cat. No.00CH37152), vol. 4, pp. 1935–1942 vol.4, 2000. (Dikutip pada halaman 1).
- [3] H. Sawant, J. Tan, Q. Yang, and Q. Wang, “Using bluetooth and sensor networks for intelligent transportation systems,” in Proceedings. The 7th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (IEEE Cat. No.04TH8749), pp. 767–772, Oct 2004. (Dikutip pada halaman 1).
- [4] A. Bhaskar, L. M. Kieu, M. Qu, A. Nantes, M. Miska, and E. Chung, “On the use of bluetooth mac scanners for live reporting of the transport network,” in 10th International Conference of Eastern Asia Society for Transportation Studies, (Taipei, Taiwan), September 2013. (Dikutip pada halaman 1, 17, 18, 40).
- [5] Special Interest Group, “Specification of Bluetooth system.” <http://www.bluetooth.com/pages/smart-logos-manufacturers.aspx>. (Dikutip pada halaman 2).
- [6] N. Abedi, A. Bhaskar, and E. Chung, “Bluetooth and wi-fi mac address based crowd data collection and monitoring : benefits, challenges and enhancement,” in 36th Australasian Transport Research Forum (ATRF), (Queensland University of Technology, Brisbane, QLD), October 2013. (Dikutip pada halaman 5).
- [7] L. C. D. S.L, Meshlium Xtreme Technical Guide. Zaragoza, Spain: Libelium Comunicaciones Distribuidas S.L, v6.0 - 06/2016. (Dikutip pada halaman 6, 14, 24).

- [8] L. C. D. S.L, Meshlium Xtreme Data Sheet. Zaragoza, Spain: Libelium Comunicaciones Distribuidas S.L, v4.0 - 11/2014. (Dikutip pada halaman 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15).

## BIOGRAFI



Farhan Kamil, lahir pada 4 Desember 1995 di Surabaya, Jawa Timur. Penulis lulus dari SMP Negeri 19 Surabaya pada tahun 2010 kemudian melanjutkan pendidikan ke SMA Negeri 6 Surabaya hingga akhirnya lulus pada tahun 2013. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke S1 Departemen Teknik Komputer FTE-ITS Surabaya Bidang Studi Telekomatika. Saat di kuliah penulis aktif menjadi Asisten laboratorium B401 Komputasi Multimedia dan pernah menjabat sebagai Koordinator Asisten Lab B401 periode 2015/2016.

Selama masa kuliah penulis aktif di HIMATEKTRO sebagai Staff Departemen Lingkar Kampus periode 2014/2015 kemudian sebagai Kepala Biro Kekeluargaan Departemen Lingkar Kampus 2015/2016. Penulis menghabiskan banyak waktu untuk mendalami Jaringan, Fotografi, *Video Editing* dan Olahraga. Untuk kepentingan kepada penulis dapat menghubungi [kamilfarhan95@gmail.com](mailto:kamilfarhan95@gmail.com)



*Halaman ini sengaja dikosongkan*